



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
COORDINACIÓN DE POSGRADO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN ESPECIAL
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN
MICROBIOLOGIA MENCIÓN INDUSTRIAL**

TEMA

“CULTIVO DE HONGOS *PLEUROTUS* UTILIZANDO COMO
SUSTRATO RESIDUOS AGRICOLAS Y
AGROINDUSTRIALES”

AUTOR

M.V.Z. DIEGO ARMANDO ROMERO GARAICOA

TUTOR

BIOLOGA ELVIA ASPIAZU, MSc.

AÑO

2017

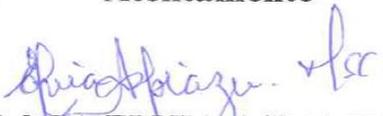
GUAYAQUIL - ECUADOR

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS		
FICHA DE REGISTRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL		
“Cultivo de hongos <i>Pleurotus</i> utilizando como sustrato residuos agrícolas y agroindustriales”		
AUTOR: DIEGO ARMANDO ROMERO GARAICOA		REVISORES:
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil		FACULTAD: Ciencias Médicas
CARRERA: Maestría de Microbiología		
FECHA DE PUBLICACIÓN:		N° DE PÁGS.:
ÁREA TEMÁTICA: Micología, Producción alimenticia		
PALABRAS CLAVES: <i>residuos agrícolas, agroindustriales, Pleurotus ostreatus</i>		
<p>RESUMEN: Las especies de setas (<i>Pleurotus</i> spp.) son populares como hongos comestibles cultivados y algunas de ellas se producen comercialmente, por sus propiedades nutrimentales y buen sabor. El objetivo determinar el cultivo de hongos <i>Pleurotus</i> spp. en diferentes sustratos de origen agrícola y agroindustrial, en el laboratorio de Rumiología y metabolismo animal, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca experimental “La María” en el año 2016. La metodología cuantitativa, observacional y analítica, donde se estudió el crecimiento radial desde las 24 hasta las 144 horas. En los resultados obtenidos se observó que el crecimiento radial en los residuos agrícolas y agroindustriales es de forma lineal. En el rastrojo de maíz los resultados de crecimiento radial fueron mayores con 80,42 mm y con peso de biomasa de 0,19 g por gramo de sustrato, en el caso de los residuos agroindustriales el mayor valor fue para la cascarilla de arroz con 76,25 mm y con una biomasa 0,17 g por gramo de sustrato. La mayor eficiencia biológica se reportó en rastrojo de maíz con 67,94% y cascarilla de arroz con 60,60%. Se concluye que el mayor porcentaje de crecimiento, al igual que en el proceso de producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> utilizando como sustratos de origen agrícola y agroindustrial hubo una mayor eficiencia biológica en el rastrojo de maíz y tuza de maíz seguido de la cascarilla de arroz. Con esta alternativa de transformación y producción de nuevas fuentes de alimentación humana, al mismo tiempo se evita la contaminación ambiental por la quema de los residuos antes mencionados. Estos resultados permiten indicar al agricultor que utilice los residuos de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz como sustrato para producir el hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> y tener una fuente de alimentación humana rica en proteína y minerales.</p>		
N° DE REGISTRO(en base de datos):		N° DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: 0981948546	E-mail: diegoa_romerog@yahoo.es
CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Coordinación de posgrado	
	Teléfono: 2288086	Email: egraduadosug@hotmail.com

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutora del estudiante Dr. Diego Armando Romero Garaicoa, del Programa de Maestría/Especialidad Microbiología, nombrado por el Decano de la Facultad de Ciencias Médicas. CERTIFICO: que el estudio de caso del Examen Complexivo titulado “**Cultivo de hongos *Pleurotus* utilizando como sustrato residuos agrícolas y agroindustriales**” en opción al grado académico de Magíster en Microbiología Mención Industrial, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente


BIÓLOGA EL VIA ASPIAZU, MSc.

TUTORA

Guayaquil, septiembre de 2017

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Guayaquil
Facultad de Medicina, por abrir sus
puertas y darme la oportunidad de
obtener este título. Al Director de
Posgrado por su apoyo para la
culminación de la Maestría.

A mi tutora, Bióloga Elvia
Aspiazu, MSc., por su aporte,
esfuerzo y dedicación.

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por bendecirme
para llegar hasta donde estoy, por
hacer realidad este sueño tan
anhelado.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación especial, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

A handwritten signature in blue ink, reading "Diego A. Romero G.", is written over a solid black horizontal line.

DIEGO ÁRMANDO ROMERO GARAICOA

ABREVIATURAS

PDA = Papa dextrosa agar

VCR = Velocidad de crecimiento radial

CS = Cultivo sólido

g = gramo

g g⁻¹ = gramo por gramo de sustrato

M.S. = Materia seca

E.E = Extracto éter (grasa)

F.B. = Fibra bruta

ELNN = Extracto Libre de Nitrógeno

PC = Proteína cruda

EB = Eficiencia biológica

UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
FICHA DE REGISTRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
DECLARACIÓN EXPRESA	¡Error! Marcador no definido.
ABREVIATURAS	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	2
Formulación del problema:.....	3
Justificación:.....	3
Objeto de estudio:	4
Campo de acción o de investigación:	4
Objetivo General.....	4
Objetivos específicos	4
La novedad científica	5
Capítulo 1.....	6
MARCO TEÓRICO	6
1.1. Hongos del genero <i>Pleurotus spp</i>	6
1.2. Clasificación Taxonómica del hongo <i>Pleurotus</i>	8
1.2.1 Morfología y estructura	8
1.2.2. Ciclo de vida de la seta	9
1.2.3. Velocidad de crecimiento micelial	11
1.3. Medio de Cultivo	12
1.4. Sustrato	13
1.5. Residuos Agrícolas y agroindustriales.....	13

1.5.1.	Residuos Agrícolas	14
1.5.2.	Residuos agroindustriales	16
1.5.3.	Cascarilla de arroz (<i>Oryza sativa</i>)	16
1.5.4.	Rastrojo del maíz (<i>Zea mays</i>)	17
1.5.5.	Cáscara de maracuyá	17
1.5.6.	Cáscara de maní	18
1.5.7.	Referentes empíricos	19
Capítulo 2.....		24
MARCO METODOLÓGICO		24
2.1.	Metodología:.....	24
2.2.	Hipótesis.....	25
2.3.	Universo y muestra	25
2.4.	Operacionalización de variables	26
2.5.	Gestión de datos	28
2.7.	Criterios éticos de la investigación.	28
Capítulo 3.....		30
RESULTADOS.....		30
3.1.	Antecedentes de la unidad de análisis o población.....	30
3.2.	Diagnóstico o estudio de campo.....	30
3.2.1.	Crecimiento radial y producción de biomasa en residuos agrícolas	
	31	
3.2.2.	Crecimiento radial y producción de biomasa con residuos agroindustriales	34
3.2.3.	Eficiencia biológica del cultivo del hongo <i>Pleurotus</i>	35
Capítulo 4.....		37
DISCUSIÓN		37
4.1.	Contrastación empírica:.....	37
4.2.	Limitaciones:	38
4.3.	Líneas de investigación:	38
4.4.	Aspectos relevantes	39
Capítulo 5.....		40
PROPUESTA.....		40
Capítulo 6.....		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		41

6.1. Conclusiones	41
6.2. Recomendaciones	41
Capítulo 7.....	42
BIBLIOGRAFÍA	42
Capítulo 8.....	49
ANEXOS.....	49
VISION DE LA UNIVERSIDAD	51
MISION DE LA UNIVERSIDAD	51
OBJETIVO DE LA UNIVERSIDAD	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química porcentaje de materia seca (% MS) de algunos residuos agrícolas	14
2. Composición del universo y muestra.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Crecimiento radial del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en cáscara de maní y gandul	31
2. Producción de biomasa del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en cáscara de maní y gandul.....	32
3. Crecimiento radial del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en rastrojo y tuza de maíz.	32
4. Producción de biomasa del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en rastrojo y tuza de maíz.....	33
5. Crecimiento radial del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá	34
6. Producción de biomasa del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá	34
7. Eficiencia biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> en residuos agrícolas	35
8. Eficiencia biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> en residuos agroindustriales	36
9. Flujograma del proceso de producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
Anexo 1. Árbol del problema	49
Anexo 2. Propuesta.....	50
Anexo 3. Certificación de la UTEQ- FCP.....	57

RESUMEN

Las especies de setas (*Pleurotus* spp.) son populares como hongos comestibles cultivados y algunas de ellas se producen comercialmente, por sus propiedades nutrimentales y buen sabor. El objetivo determinar el cultivo de hongos *Pleurotus* spp. en diferentes sustratos de origen agrícola y agroindustrial, en el laboratorio de Rumiología y metabolismo animal, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca experimental “La María” en el año 2016. La metodología cuantitativa, observacional y analítica, donde se estudió el crecimiento radial desde las 24 hasta las 144 horas. En los resultados obtenidos se observó que el crecimiento radial en los residuos agrícolas y agroindustriales es de forma lineal. En el rastrojo de maíz los resultados de crecimiento radial fueron mayores con 80,42 mm y con peso de biomasa de 0,19 g por gramo de sustrato, en el caso de los residuos agroindustriales el mayor valor fue para la cascarilla de arroz con 76,25 mm y con una biomasa 0,17 g por gramo de sustrato. La mayor eficiencia biológica se reportó en rastrojo de maíz con 67,94% y cascarilla de arroz con 60,60%. Se concluye que el mayor porcentaje de crecimiento, al igual que en el proceso de producción del hongo *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustratos de origen agrícola y agroindustrial hubo una mayor eficiencia biológica en el rastrojo de maíz y tuza de maíz seguido de la cascarilla de arroz. Con esta alternativa de transformación y producción de nuevas fuentes de alimentación humana, al mismo tiempo se evita la contaminación ambiental por la quema de los residuos antes mencionados. Estos resultados permiten indicar al agricultor que utilice los residuos de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz como sustrato para producir el hongo *Pleurotus ostreatus* y tener una fuente de alimentación humana rica en proteína y minerales.

Palabras clave: residuo agrícola, residuo agroindustrial, *Pleurotus ostreatus*.

ABSTRACT

Mushroom species (*Pleurotus* spp.) Are popular as cultivated edible fungi and some of them are commercially produced, because of their nutritional properties and good taste. The objective to determine the cultivation of fungi *Pleurotus* spp. in different substrates of agricultural and agroindustrial origin, in the laboratory of Rumiology and animal metabolism, Faculty of Livestock Sciences of the State Technical University of Quevedo, experimental farm "La María" in 2016. The quantitative, observational and analytical methodology, where radial growth was studied from 24 to 144 hours. In the obtained results it was observed that the radial growth in the agricultural and agroindustrial residues is linear. In the maize stubble the results of radial growth were greater with 80.42 mm and with biomass weight of 0.19 g per gram of substrate, in the case of agroindustrial residues the highest value was for rice husk with 76, 25 mm and with a biomass 0.17 g per gram of substrate. The highest biological efficiency was reported in corn stover with 67.94% and rice husk with 60.60%. It is concluded that the highest percentage of growth, as in the process of production of the fungus *Pleurotus ostreatus* using as substrates of agricultural and agroindustrial origin, there was a greater biological efficiency in the stubble of corn and maize roe followed by the rice husk. With this alternative of transformation and production of new sources of human food, at the same time environmental pollution is avoided by the burning of the aforementioned waste. These results allow the farmer to use residues of corn stover and rice husk as a substrate to produce the fungus *Pleurotus ostreatus* and to have a human food source rich in protein and minerals.

Key words: agricultural residue, agroindustrial residue, *Pleurotus ostreatus*.

INTRODUCCIÓN

La gírgola, champiñón ostra o pleuroto en forma de ostra es una especie de hongo basidiomiceto, clase agaricomycetes, orden agaricales, familia pleurotaceae, género *Pleurotus* y especie *P. ostreatus*. Es comestible, estrechamente emparentado con la seta de cardo (*Pleurotus eryngii*) que se consume ampliamente por su sabor y la facilidad de su identificación. Los hongos se distribuyen ampliamente por todo el mundo existen aproximadamente 10.000 especies de las cuales solo el 10% son comestibles, *Pleurotus*.

La utilidad de los residuos agrícolas o agroindustriales en el cultivo de *Pleurotus spp* está dado por los nutrientes que posee para la supervivencia y producción del hongo. Los residuos agroindustriales proveen las fuentes de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo necesarias para el desarrollo adecuado de la biomasa fúngica. Se acota que los residuos agrícolas o agroindustriales contiene la fuente de carbono ideal para optimización del cultivo de los hongos.

Existen muchos países productores de *Pleurotus spp*, entre ellos China, Estados Unidos, Holanda, Francia, España, Polonia, Italia, Canadá, Irlanda y Reino Unido por su gran tradición en consumo. En Latinoamérica, México es el principal productor de *Pleurotus spp* seguido de Brasil y en Ecuador no se difunde la producción a nivel comercial existiendo déficit en este ámbito, aunque se ha incrementado el consumo de hongos por su exquisito sabor, contenido de nutrimentos y baja concentración de grasas saturadas.

La importancia de esta investigación se fundamenta en la evaluación de proyectos realizados a partir del cultivo de hongos *Pleurotus* en diferentes sustratos de origen agrícola y agroindustrial, con el fin de producir hongos setas para consumo humano y utilizar los residuos en alimentación de bovinos o reincorporarlos al suelo en forma de

abonos, se investigará la capacidad de bioconversión del hongo sobre los residuos en fase de crecimiento en el laboratorio y poder determinar sobre qué residuos fue más eficiente.

Como propósito de la investigación es la utilización de desechos comunes provenientes de los cultivos cuando son cosechados de origen agrícola (cáscara de maní y gandul, rastrojo y tuza de maíz) y agroindustrial (cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá). Por otra parte, el problema planteado es el déficit de producción de hongos *Pleurotus* en nuestro medio, los bajos niveles de desarrollo económico en la zona rural no permiten que los productores tengan los suficientes ingresos y mejorar sus condiciones de vida, el cultivo de *Pleurotus* es una alternativa de empleo de bajo costo y de altas expectativas económicas.

Planteamiento del problema

Mundialmente cada año se generan grandes cantidades de residuos de las cosechas agrícolas; se estima que el 80 % de los residuos agrícolas de los países en vías de desarrollo son quemados, el restante es utilizado en alimento en animales o incorporado al suelo. A estos residuos agrícolas lignocelulósicos se puede dar valor agregado cultivando hongos (Ruilova & Hernández, 2014). La materia prima que se utiliza para el cultivo de hongo está compuesta en su mayoría por desechos. No obstante, los sustratos utilizados pueden variar según las especies y el país donde se cultiva. El consumo de hongos en Argentina es bajo comparado con Europa. (Albertó & Gasoni, 2005). La producción de hongos comestibles es una actividad relativamente nueva en el mercado latinoamericano. Ecuador inicio la producción en 1968 y más del 90% se destinaron a la exportación, la mayor demanda se concentra en las provincias de

Pichincha, Guayas, El Oro, Los Ríos y Azuay, sea fresco, curtido o seco. (Muñiz, Orozco, & Soledispa, 2009).

El problema planteado en esta investigación es el déficit del cultivo de hongos *Pleurotus spp.*, siendo una de las causas principales la falta de conocimiento sobre esta alternativa biotecnológica de bajo costo, como efecto principal se produce la quema de los residuos agrícolas y agroindustriales produciendo daños en el medio ambiente.

Formulación del problema:

¿Cómo los sustratos de origen agrícola y agroindustriales influyen en el cultivo de hongos *Pleurotus*?

Justificación:

En Ecuador el cultivo de hongos comestibles como el género *Pleurotus spp.* Está poco desarrollado y en pequeña escala, a nivel artesanal; como existe un déficit del cultivo del hongo se justifica con la investigación diseñar un protocolo de siembra y cultivo del mismo y poder transmitir con mejor certeza en que residuos agrícolas y agroindustriales se pueden desenvolver mejor estos hongos, teniendo en cuenta que lo que se pretende es lograr una mejor producción con alto contenido proteico para satisfacer las necesidades alimenticias y asegurar la soberanía alimentaria.

Objeto de estudio:

El hongo comestible *Pleurotus* se convierte en una tecnología significativa dado que en la actualidad dichos residuos son quemados en el campo formando parte de la contaminación de los pueblos y ciudades

Campo de acción o de investigación:

Los hongos comestibles sobre sustratos a base de residuos agrícolas y de la agroindustria.

Objetivo General

Determinar el cultivo de hongos *Pleurotus spp* en diferentes sustratos de origen agrícola y agroindustrial, en el laboratorio de Rumiología y metabolismo animal, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca experimental “La María”, en el año 2016.

Objetivos específicos

- Identificar el hongo *Pleurotus spp* en sustratos de origen agrícola y agroindustrial.
- Caracterizar el crecimiento del hongo en los sustratos origen agrícola y agroindustrial mediante la producción de biomasa y crecimiento radial.
- Diseñar un protocolo estandarizado para el cultivo de los hongos *Pleurotus spp*.

La novedad científica

El cultivo de hongos comestibles *Pleurotus spp.* Es una verdadera alternativa de bioconversión para la excesiva producción de residuos agrícolas y agroindustriales, los mismos que por desconocimiento son quemados en el campo y fuera de las agroindustrias.

Capítulo 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Hongos del genero *Pleurotus spp*

Los hongos son organismos unicelulares, pluricelulares o dimórficos que carecen de clorofila, por lo tanto, son heterótrofos, es decir, obtienen sus alimentos por absorción y el componente principal de sus paredes celulares es la quitina. El talo o cuerpo vegetativo en los hongos filamentosos está constituido por filamentos delgados llamados hifas, las que presentan crecimiento apical y en conjunto integran el micelio. (Zamora, 2013)

Pleurotus comprende una variedad de hongos comestibles saprófitos, reducidos en hábitos ecológicos específicos (troncos de árboles secos sin nutrientes, ramas secas, hojarascas) en sistemas de cultivos intensivos se utiliza sustratos de lignina y/o celulosa preparados de forma simple. Estos hongos forman un numeroso grupo con especies muy diversas, diferenciadas por: el color (amarillo, blanco, gris, marrón, rosado), formas, sabor y exigencias técnicas (Mera, 2005).

Pleurotus spp., al igual que otras especies relacionadas, es un potente biodegradador y detoxificador; convierte los residuos orgánicos poco digeribles y no comestibles en alimentos para animales y humanos de buena calidad y palatabilidad, y se considera que su eficiencia en la producción de proteína por unidad de área y por unidad de tiempo es mayor que las fuentes de proteína animal y para la producción de valiosos productos biológicos durante el proceso de biodegradación de desechos de plantas. (Bermúdez *et al*, 2014)

El cultivo del hongo de la ostra, *Pleurotus spp*, ha aumentado grandemente a lo largo del mundo durante las últimas décadas. Su popularidad ha sido la deuda creciente a su facilidad de cultivo, el alto potencial de rendimiento y el alto valor nutritivo.

Normalmente ha crecido en trigo pasteurizado o la paja de arroz, puede cultivarse en una variedad ancha de substratos lignocelulósicos. (Peña, 2013)

Las especies *Pleurotus* son un grupo de hongos que poseen características que los identifica, como:

- a) Una o varias sombrillas agrupadas en manojos, simétricos bilateral, forma de concha, ostra con tallo excéntrico
- b) Sin anillos ni volva
- c) Posee esporas blancas ocn laminillas decurrentes, es decir en forma de alas
- d) Parasitan algunas especies de umbelíferas
- e) Posee un pie desarrollado excéntrico (Toledo, 2008).

General, *Pleurotus* son universales, encontrándose en todos los continentes, aunque se podría clasificar por sus requerimientos climáticos en: a) *Pleurotus* de clima templado, invierno (10 a 20 °C) : *P. ostreatus* y *P. Colombimus*, b) *Pleurotus* de clima templado, verano (15 a 25 °C): *P. pulmonarius*, *P. sajor-caju*, *P florida*, *P. cornucopiae* y *P. eryngil*. c) *Pleurotus* de zonas tropicales: *P cystidiosus*, *P. abalonus* y *P. salmoneo* (Toledo, 2008).

Este tipo de hongo muestra atractivos para su cultivo por las siguientes razones:

- a) Generan proteína de muy buena calidad en materiales lignocelulósicos producto de la actividad agrícola.
- b) El residuo de la cosecha de los hongos suele servir como sustrato de otros hongos de género diferente.
- c) El hongo posee componentes medicinales
- d) En su sabor se aprecia altas cantidades de proteínas, fibra, carbohidratos, minerales (P, Fe, Ca) vitaminas (riboflavina, tiamina, ácido ascórbico y niacina) ácido linoléico y baja concentración de grasas). La proteína cruda del hongo va desde 10,5 a 30,40% siendo de alta calidad biológica para la dieta de las personas (Garzón & Cuervo, 2008)

1.2. Clasificación Taxonómica del hongo *Pleurotus*

De acuerdo a (Calzado, 2010) y (Carvajal, 2010) presentan la taxonomía del hongo

Pleurotus

Reino: Fungi

Subreino: Fungi superior

Filo: Basidiomycota

Clase: Homobasidiomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Pleurotaceae

Género: Pleurotus

1.2.1 Morfología y estructura

Los hongos comestibles pertenecen a los Basidiomycetes, las características morfológicas de este grupo de hongos, incluyen cuerpos fructíferos que contienen

esporas sexuales, micelio septado, células dicariotes y conexiones “clamp” entre las células, los hongos microscópicos no tienen estas fructificaciones las que comúnmente se las llaman “hongos”, por ejemplo, las fructificaciones de las setas o de cualquier hongo que crece en el jardín o en el bosque, sin embargo, estas estructuras mal llamadas hongos, constituyen el fruto del verdadero hongo, el cual vive y se desarrolla en el suelo (o sustrato donde crecen). El verdadero hongo macroscópico posee una masa algodonosa, por lo regular de color blanquesino, el micelio se localiza debajo del manto del suelo o sustrato en donde se desarrolla. El hongo microscópico es hifa, con filamentos formados como un conjunto de células; de esta hifa se alimenta el hongo, absorbiendo las sustancias nutritivas del sustrato donde se desarrolla el hongo. Hay producción de esporas distribuidas en la reproducción sexual y/o asexual, estas esporas se diferencian por el color según la especie y pueden aparecer esporas en tonos lilas, amarillentas, rosa, café o negra (Ecología uat, 2005).

1.2.2. Ciclo de vida de la seta

Los hongos se reproducen por esporas, en las especies superiores poseen además en el himenio las células madres encargadas de producir esporas; para los Basidiomycetes estas células madres se denominan basidios (Suárez, 2010).

A las esporas formadas se las llama basidiosporas debido a que se forman en la punta de una porción diferenciada de la hifa que recibe el nombre de basidio (quiere decir base por su forma fusiforme) ocasionalmente se fusionan las hifas, pero la formación completa del cuerpo fructificamente no tiene lugar inmediatamente, deteniéndose el desarrollo con la producción de pequeñas estructuras en forma de botón que son los

primordios de la seta (primer grupo identificable de células que va a formar la seta madura) (Bonilla y González, 2004).

El himenio del hongo expulsa las esporas al exterior, si caen en lugares húmedos con condiciones favorables para su supervivencia darán origen al micelio, de este crecerá bajo tierra las setas constituidas de basidios en el himenio, producirá esporas para nuevamente ser expulsadas al exterior y completar el ciclo de reproducción (Suárez, 2010)

Estos botones pueden permanecer debajo del suelo por un tiempo considerable hasta que se presenten las condiciones ambientales favorables, luego de intensas lluvias, dichos botones sufren el crecimiento rápido hacia los cuerpos fructíferos maduros. Aunque ya no tiene lugar el crecimiento de las hifas, gran parte de la expansión en este estadio se debe a la incorporación de agua. Esta expansión generalmente es tan rápida que se puede formar un cuerpo fructífero al cabo de unas cuantas horas o días. En la mayoría de los casos, cierto número de cuerpos fructificantes madurará al mismo tiempo en un área determinada del suelo, produciendo lo que se denomina brotes o floración de cuerpos fructificantes; un día, en lugar determinado, se puede suponer que no hay cuerpos fructificantes, mientras que al día siguiente puede encontrarse cantidad de ellos (Bonilla y González, 2004).

El aumento de residuos agroindustriales ha tenido un impacto positivo para el uso de herramientas biotecnológicas que pueden mejorar estos residuos, obtener metabolitos secundarios para su comercialización o la mejora de dichos residuos. En este sentido es fundamental conocer y aplicar técnicas que ayuden a comprender el grado de adaptación

y desarrollo de los microorganismos a distintos sustratos comúnmente empleados en el cultivo sólido (CS). Una de las pruebas más utilizadas es el análisis de la velocidad de crecimiento radial (VCR) y la producción de biomasa. Esta velocidad de crecimiento radial es la forma que tiene un microorganismo para establecerse en un determinado sustrato (Gutiérrez *et al.*, 1999), este procedimiento generalmente se utiliza para valorar el nivel de adaptación del hongo en un determinado sustrato. Mientras que la biomasa se relaciona directamente con el nivel de crecimiento de la biomasa fúngica en condiciones ambientales aptas para su cultivo (Marquina, 1991).

1.2.3. Velocidad de crecimiento micelial

Se puede representar la velocidad de crecimiento considerando el incremento en el número de células o biomasa (dx) en un intervalo corto de tiempo (dt). A partir de la ecuación siguiente:

$$\frac{dx}{dt} = \mu x \dots \dots (4)$$

En donde el incremento del número de células (dx) por unidad de tiempo (dt) es proporcional al número de células presentes en el cultivo (x) multiplicando por la velocidad de crecimiento micelial (μ). Si se considera constante la velocidad de crecimiento a lo largo del tiempo e integrando la ecuación 4 con respecto al mismo, se obtiene una función exponencial, representada en la ecuación 5.

$$x = x_0 e^{\mu t} \dots \dots (5)$$

Y obteniendo logaritmos en ambos lados de la misma ecuación 5 se obtiene la transformación de esta ecuación en una recta de la forma siguiente:

$$\ln x = \ln x_0 + \mu t \dots \dots (6)$$

Por lo que el logaritmo del número de células aumenta linealmente con el tiempo, siendo la constante de proporcionalidad (μ). Es importante considerar que si la velocidad de crecimiento varía con respecto al tiempo se deberán obtener los parámetros cinéticos gráficamente o analíticamente (Aguilar, 2007)

En las tasas de crecimiento las cepas de todos los hongos generalmente se comportan de diferente manera en cada medio de cultivo. De un medio a otro puede variar su morfología, su color, su tasa de crecimiento etc. Cuando se recibe una cepa nueva, se deben hacer ciertos estudios básicos de caracterización micelial y de conservación. (Ardón, 2007).

1.3. Medio de Cultivo

a) Papa dextrosa agar (PDA)

Es el medio mas utilizado para aislar todo tipo de hongo. Ya sean estos parásitos de insectos, plantas y animales, los que tienen vida saprofítica crecen y esporulan también (Zamora, 2013)

b) Características del PDA

Este agar sirve para aislar hongos y levaduras en muestras de alimentos, leche y cosméticos. Muchas veces el PDA es suplementado con antimicrobianos o sustancias para inhibir el crecimiento bacteriano. Se recomienda para realizar recuento de colonias, promueve el crecimiento de hongos y levaduras de importancia clínica.

1.4. Sustrato

Los sustratos en el crecimiento fúngico son todos aquellos materiales de textura sólida que difiere al suelo pero es asimilable para el mismo, puede ser orgánico o puede ser también mineral, este se puede mezclar con varios ingredientes o exclusivamente con uno solo, permite el crecimiento y nutrición de la planta, específicamente para el cultivo del hongo ostra el sustrato que se utiliza es de los desechos agroindustriales, por su alto contenido de nutrientes que favorecen la fructificación. (Espinosa y Pazmiño, 2016)

Un buen sustrato sustenta la base para tener una buena producción del hongo, donde tomando en cuenta las características nutricionales de cada elemento vegetal a utilizarse como sustrato sea adecuado dependiendo de lo que el hongo necesita, seleccionadas fuentes vegetales podrían ser un gran potencial de crecimiento micelial y fructificación (Garzón & Cuervo, 2008)

1.5. Residuos Agrícolas y agroindustriales

Hasta el momento se has realizado numerosas investigaciones con diferentes sustratos para cultivos *Pleurotus ostreatus*; pero estos confluyen generalmente en fuentes de carbono como la paja de trigo, centeno, sorgo y algodón, la viruta de madera, subproductos de algodón, tallos de maíz, residuos de café, tuza de maíz, cáscara de maní, soya, semillas de girasol, residuos de yuca, fibra de coco, hojas de menta, limón, entre otros (Quizhpilema, 2013)

Muchos hongos comestibles son hábiles para poblar y reproducirse en rastrojos, degradan la lignina, hemicelulosa y celulosa. Estos hongos son considerados como agentes primarios de descomposición porque son capaces de utilizar los desechos de los vegetales sin degradación química o microbiológica, solamente descomposición primaria proveniente de hongos comestibles del género *Pleurotus*, seguidamente de cosechar estos hongos se reduce la relación carbón – nitrógeno del suelo por lo tanto es factible utilizar como abono para los cultivos (Carvajal, 2010)

1.5.1. Residuos Agrícolas

La producción nacional de alimentos para consumo humano produce o genera gran cantidad de residuos y residuales agrícolas cuyo contenido en nutrientes los convierte en una opción de aprovechamiento para suplementos de alimentación de especies pecuarias. Los residuos agrícolas más comunes en la zona son paja de arroz, maíz, sorgo, caña de azúcar y soya, sin embargo dichos residuos lignocelulolíticos producidos en grandes volúmenes poseen bajos contenidos de proteína y altos en fibra Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química porcentaje de materia seca (% MS) de algunos residuos agrícolas

Residuos	Proteína total (%)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
Paja de arroz	4.5	36.5	17.4	5.6
Rastrojo de maíz	6.4	31.8	21.7	7.9
Rastrojo de sorgo	7.8	21.4	24.9	6.3
Rastrojo de soya	9.2	35.5	18.4	17.9
Bagazo de caña	1.7	46	24	20

Fuente: Zamora (2013)

La composición química de los residuos en su mayoría es de tres polímeros estructurales: celulosa en mayor cantidad, hemicelulosa medianamente según el vegetal, y lignina de igual manera. En su estado nativo los materiales lignocelulósicos están asociados a otros componentes no estructurales como los fenoles, terpenos o alcaloides, que pueden tener porcentajes considerables para influir significativamente sobre la degradabilidad (Zamora, 2013).

Los residuos agrícolas comprenden todas las partes de los cultivos alimentarios o industriales que no son consumibles o comercializables. Constituyen una serie muy heterogénea de productos, con el denominador común de una gran dificultad de eliminación, por tener como ya se ha mencionado, en muchos casos un elevado potencial contaminante. (Toscano, 2009)

Los residuos agrícolas pueden clasificarse en tres tipos:

Raíces, hojas o frutos no aprovechables, estos residuos se incorporan al suelo y contribuyen a mejorar considerablemente las propiedades físicas y biológicas del suelo y en menor grado a aumentar el contenido en nutrientes del suelo.

Tallos, y en general la parte aérea, que es preciso separar para facilitar la recolección o las labores agrícolas. Una parte considerable de estos residuos herbáceos son consumidos por el sector ganadero, como es el caso de las pajas de leguminosas y algunas de cereal o residuos verdes de cultivos, como remolacha azucarera o ciertos residuos de huerta.

Residuos con potencial interés energético, generalmente se trata de residuos lignocelulósicos que se suelen quemar en las propias tierras de labor. A esta categoría

de residuos corresponden las pajas de los cereales grano y el cañote de maíz, algunos cultivos industriales como los textiles y oleaginosas (girasol, algodón) y la poda anual de frutales y viñedos. (Toscano, 2009)

1.5.2. Residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales se componen después de la utilización del producto final o después del proceso de industrialización en una variedad de empresas, especialmente del sector alimenticio. Representan un gran potencial para ser empleados en proceso de base biotecnológica, debido a su bajo costo, fácil adquisición y composición nutricional, porque son una fuente importante de carbono, nitrógeno y minerales, que pueden ser utilizados como sustrato para el crecimiento de los microorganismos y la producción de compuestos derivados de su metabolismo. (Arguero, 2014)

1.5.3. Cascarilla de arroz (*Oryza sativa*)

La industria florícola y los criadores de animales ocupan aproximadamente el 35% de la cascarilla de arroz que se produce en el Ecuador, adicional a esto es necesario acotar que el resto (65%) es quemado en las mismas piladoras que la producen, arrojada a los ríos o vertida al borde las carreteras. La cascarilla de arroz como residuo agroindustrial proviene del pilado de arroz en las piladoras, posee propiedades físico, químicas así como su bafa tasa de descomposición, bajo peso y excelente drenaje se la ha dado varios usos como combustible de fuentes renovables y compost y abono orgánico. (Medranda y Zambrano, 2017).

1.5.4. Rastrojo del maíz (*Zea mays*)

La actividad agroindustrial en el Ecuador produce anualmente cerca de seis toneladas de desechos con altos contenidos de lignina y celulosa. El rastrojo de maíz está constituido por tallo, hojas, además de la tusa, una cantidad importante de minerales del maíz se encuentran presentes en el material residual que queda en el campo. Aproximadamente del 30% de los minerales N,P,K y Ca son parte de la estructura del rastrojo. El tallo y hoja de maíz poseen en menor grado Ca, P, N y K siendo bajo el Na. Las Tusas de maíz son bajas en Ca y Mg.

El contenido de lignina presente en el rastrojo de maíz oscila entre el 14,6% y el 17,9% mientras que el valor de celulosa está entre 57,0 y 59,2% dichos componentes le brindan estabilidad y rigidez a la planta de maíz, sin embargo estos mismos lo vuelven un inconveniente para el pequeño agricultor pues no se degradan fácilmente. (Tipán, 2016)

1.5.5. Cáscara de maracuyá

La maracuyá (*Pasiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), es propia de las zonas tropicales, en Ecuador se encuentra diseminada por el litoral, existiendo en las siguientes provincias: Los Ríos (Quevedo y Mocache) 18.553 ha; Manabí (cantón Sucre, parroquias San Isidro y San Vicente) 4.310 ha y Esmeraldas (Quinindé) con 1.247 ha; en conjunto se estima una producción de 247.973 toneladas y una productividad promedio de 8,6 t ha⁻¹. Se realizó una prueba piloto con harina de cáscara de maracuyá para disminuir los niveles de colesterol en mujeres con edades comprendidas entre 30 y 60 años que

poseían hipercolesterolemia (colesterol \geq 200 mg/dL, los resultados revelaron una disminución considerable de los niveles de colesterol. Además, la corteza de esta fruta posee niacina. Hierro, calcio y fósforo (Quintero, 2013).

La maracuyá pasa por procesos industriales para preparar concentrados, pulpas, néctar, mermelada y jugos; en este sentido de utilización, la cáscara posee el 52% de peso total de la fruta por lo que se utiliza como agregado a raciones alimenticias, abonos, obtención de pectina y fibra dietética. Sin procesos la cáscara se utiliza para alimento de animales, específicamente como forraje en bovinos y cerdos (Espinoza, 2012)

1.5.6. Cáscara de maní

La cáscara de maní es utilizada en las calderas como combustible para generar vapor, también se utiliza para producir carbón activado, paneles, hormigón, entre otras. En algunos casos cuando no es utilizado este residuo se acumula por montones causando contaminación y pudiendo producir autoignición. Algunas veces se quema intencionalmente para reducir a cenizas y reducir los volúmenes de este residuo, pero con esta acción aumenta la emisión de partículas al aire por combustión o combustión incompleta. También, en función de las características particulares de la cáscara 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 cáscara de maní es de lignocelulosa, celulosa, hemicelulosa y lignina (Reinoso, 2015)

1.5.7. Referentes empíricos

Se investigó el crecimiento micelial de *Pleurotus ostreatus* y *Agrocybe aegerita* sobre hollejos de pera, dentro de los objetivos fue evaluar la capacidad para colonizar la biomasa generada por las industrias jugueras y comparar las curvas de crecimiento micelial. El crecimiento de los hongos fue estimado en base al diámetro de la colonia fúngica a intervalos de 24-48 h se midieron cuatro diámetros, en ángulos de 0°, 45°, 90°, y 135°, las cepas que se evaluaron fueron: PI-AA: Paraje Abra Ancha, Neuquén, Argentina. FACA PI-AA 03. PI-J: Misiones, Argentina. PI-P: Paraje Abra Ancha, Neuquén, Argentina. Colector: Rodríguez G. FACA PI-P 12. Como sustrato para estudiar el crecimiento se empleó orujos de pera (*Pyrus communis* L) ninguna de las tres cepas de *Pleurotus ostreatus* presentaron diferencias significativas, la PI-J presentó el mayor valor (3,04 cm/día) y PI-AA el menor (1,86 cm/día) (Martinez, y otros, 2015)

En la ESPOCH de Riobamba, Facultad de Ciencias Pecuarias, laboratorio de Biotecnología y Microbiología se evaluó la tecnología para producir e industrializar hongos comestibles del género *Pleurotus ostreatus* mediante el uso de sustratos orgánicos (trigo, *Triticum ssp*, Avena sativa y cebada *Hordeum vulgare*), estableciendo características bromatológicas y microbiológicas de estos sustratos; se definió que la mayor cantidad de aerobios se presentan en el salvado de trigo con 5000 UFC/g, los coliformes totales fueron iguales para los sustratos con 400 UFC/g y para Mohos y levaduras los mayores valores se registraron en salvado de trigo y avena con 3400 UFC/g, el mayor nivel de proteína bruta inicial se obtuvo en salvado de cebada con 11,47% y para la proteína final salvado de trigo con 12,75% (Quizhpilema, 2013)

En la producción y determinación de la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*, evaluado en cuatro sustratos diferentes (Tallo de palma, olote, paja de trigo y paja de sorgo) los pesos en base fresca fueron de 149,60 g para la fibra de palma; 161,35 g para Olote, 155,45 g para la paja de trigo y 163,10 g para paja de sorgo. Las eficiencias biológicas fueron fibra de palma 8,90%; Olote 9,41%, Paja de trigo 9,55% y Paja de sorgo 10,02% (Calzado, 2010).

Se evaluó cuatro sustratos para producir hongos *Pleurotus ostreatus* mediante tres ciclos de producción en Tambillo, provincia Pichincha, los objetivos querían determinar el mejor sustrato para este tipo de hongo basado en rendimientos y costos de producción, los sustratos fueron bagazo de caña, residuos de trigo, aserrín y mezcla forrajera, se sembraron en fundas cuyo peso aproximado fue de 1,040 kg (1,00 kg de sustrato húmedo y los 40 g de semilla). El sustrato bagazo de caña obtuvo los mejores resultados con 177,10 g de hongo fresco seguido de aserrín con 71,30 g; paja de trigo con 34,6 g y la mezcla forrajera con 0,40 g (Aguinaga, 2012)

Para la evaluación de la productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre un residuo agroindustrial del Departamento del Valle del Cauca y residuos de poda de la Universidad Autónoma de Occidente uno de los objetivos consiste en determinar la fórmula óptima para el cultivo del *Pleurotus ostreatus*, bajo condiciones controladas, los sustratos fueron hoja de Bambú spp, hoja de Palma del viajero (*Ravenala madagascariensis*), hoja de palma Livistona (*Livistona chinensis*) y el residuo agroindustrial estopa de coco (*Cocos nucifera*) con estos sustratos se evaluaron cuatro fórmulas: F1 = (estopa de coco 400 g, palma del viajero 250 g y palma Livistona 350 g) F2 = (estopa de coco 500 g, palma del viajero 220 g y palma Livistona 280 g)) F3 =

(estopa de coco 320 g, palma del viajero 450 g y Bambú 230 g)) F4 = (palma del viajero 700 g, palma Livistona 250 g y Bambú 50 g) la fórmula 3 fue la que presentó mayor colonización del micelio con una eficiencia biológica del 11,90% y la que mayores pesos promedios de los cuerpos fructíferos fue la fórmula 1 con peso promedio de 58,77 g (Sánchez, 2013).

Los resultados de la dinámica del crecimiento del cuerpo fructífero de *Pleurotus ostreatus* a las diferentes temperaturas investigadas experimentalmente. Como es de notar, en el intervalo de temperaturas analizado, este factor ofrece poca influencia sobre el crecimiento celular. Solo a 20 y a 30°C se notan algunas diferencias.

A 30°C se pudo determinar que los resultados son inferiores, significando la poca sensibilidad a esta temperatura y la atipicidad entre microorganismos. Este comportamiento está dado por la adaptación al medio de la sierra en donde oscila una temperatura anual de 18°C (Pineda, *et al*, 2013)

Se analizó la producción y contenido bromatológico del hongo *Pleurotus ostreatus*, cultivado en los sustratos: cáscara de plátano, cacao, coco y raquis de palma africana 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 Materia seca. Extracto Etéreo, Fibra bruta, elementos no nitrogenados; el tratamiento uno obtuvo los mejores valores porcentuales con 94.05, 6.52, 12.34, 56.15, 3.32 en su orden. En la presente investigación en todas las variables en estudio se presentaron diferencias significativas. (Lindao, 2016).

Se evaluaron medios de cultivo en la propagación de *P. ostreatus*; los medios utilizados fueron extracto de papa (*Solanum tuberosum*) bagazo de caña, extracto de salvado de trigo, papa dextrosa agrocomercial, extracto de cebada, se comparó su comportamiento en estos medios frente a sustratos comerciales. La respuesta estuvo dada por la adaptación del hongo en cebada para semilla comercial y de la misma manera la respuesta al sustrato de bagazo de caña. En la primera parte del experimento se sembró el hongo en el extracto de papa con dos concentraciones y tres niveles de pH, se utilizó el diseño factorial (2 x 3) donde se conjugaron los niveles de pH y las concentraciones de papa. Para la segunda parte del experimento se midió el crecimiento del hongo inoculado en cebada hidratada; aquí se utilizó un diseño factorial (3 x 3). En la tercera parte se valoró la colonización y producción del hongo en bagazo de caña, de igual manera el diseño factorial (3 x 3). El pH 5.0 fue el más adecuado para el crecimiento del hongo, los rendimientos óptimos de producción, crecimiento y fructificación se redujeron a medida que el tiempo de incubación y cosecha se reducía. Los mayores pesos totales de los hongos cosechados fueron de 476 g con PDA (Ríos, Hoyos, y Mosquera, 2010)

En la evaluación de la eficiencia biológica de cinco cepas de *Pleurotus pulmonarius* en paja de cebada fermentada, se realizaron dos tratamientos: paja de cebada fermentada durante 7 d (PCF) y paja sin fermentar (PC). La eficiencia biológica promedio fue de 55,73% (PCF) y 71,25% (PC) (Gaitán-Hernández, Salmones, Pérez, & Mata, 2009)

Capítulo 2

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Metodología:

Los métodos de investigación es cuantitativa, observacional y analítico en el laboratorio de Rumiología y metabolismo animal de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

El material para el desarrollo de los hongos puede ser:

Pajas: de trigo, avena y sorgo.

Rastrojo: de maíz, frijol, plátano.

Bagazo: de caña de azúcar.

Otros: Pulpa de café, fibra de coco y henequén, etc.

En esa selección del sustrato se puede utilizar cualquiera de estos materiales, siempre y cuando esté totalmente seco y sin tonos verdes, no se haya mojado y secado antes de empacar y embodegar, no esté revuelto con la tierra y sin tonos oscuros.

Materiales necesarios

Plástico negro para área de incubación y plástico transparente para siembra y producción

cinta, herramientas, bolsas de plástico transparente 40 x 60 cm

alcohol, guantes

1 tambo de 200 litros, una canastilla metálica o costales de malla, poleas, un quemador de gas

un tanque de gas de 30 kg

2 termómetros (uno ambiental y uno para líquidos)

una báscula para 10 kg de capacidad

aspersores para riego tipo bruma o vapor

Instalación eléctrica (cable del número 14), 3 sockets, 3 focos, tres apagadores

madera para construir anaqueles, y una mesa para siembra y otra como estante

diferentes sustratos

Micelio activado o semilla: aproximadamente 1kilo de semilla por cada 24 kilos de sustrato húmedo

2.2. Hipótesis

La utilización de residuos agrícolas como sustratos para el cultivo mejorará la velocidad de crecimiento radial y producción de biomasa del *Pleurotus spp.*

2.3. Universo y muestra

El universo estuvo compuesto por un total 108 muestras, donde fueron probados los seis sustratos, con seis diferentes horas de siembra, para observar el crecimiento radial, empleando tres repeticiones y una muestra como unidad experimental.

Cuadro 2. Composición del universo y muestra

Sustrato + Agar dextrosa papa	Horas	Repetición	U.E.	Total
Cáscara de maní	24	3	1	3
	48	3	1	3
	72	3	1	3
	96	3	1	3
	120	3	1	3
	144	3	1	3
Cáscara de gandul	24	3	1	3
	48	3	1	3
	72	3	1	3
	96	3	1	3
	120	3	1	3
	144	3	1	3

	24	3	1	3
	48	3	1	3
Rastrojo de maíz	72	3	1	3
	96	3	1	3
	120	3	1	3
	144	3	1	3
	24	3	1	3
	48	3	1	3
Tuza de maíz	72	3	1	3
	96	3	1	3
	120	3	1	3
	144	3	1	3
	24	3	1	3
	48	3	1	3
Cascarilla de arroz	72	3	1	3
	96	3	1	3
	120	3	1	3
	144	3	1	3
	24	3	1	3
	48	3	1	3
	72	3	1	3
Cáscara de maracuyá	96	3	1	3
	120	3	1	3
	144	3	1	3
Total				108

2.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Instrumento de medición
<i>Pleurotus</i>	Mejor conocido como la Seta de Ostra, es disfrutado por sus propiedades antibacterianas, antivirales, moderación de tensión arterial y también reduce el colesterol. Esto mejora el funcionamiento del sistema cardiovascular	Cepas <i>Pleurotus ostreatus</i>	Porcentajes de crecimiento radial mm	Observación

	<p>general, produciendo una forma segura y no tóxica de Lovastatina, un reductor de colesterol potente.</p>				
Residuo agrícola	<p>Los residuos agrícolas comprenden todas las partes de los cultivos alimentarios o industriales que no son consumibles o comercializables. Constituyen una serie muy heterogénea de productos, con el denominador común de una gran dificultad de eliminación, por tener como ya se ha mencionado, en muchos casos un elevado potencial contaminante</p>	<p>Cáscara de maní Cáscara de gandul Rastrojo de maíz Tuza de maíz</p>	<p>de de de de</p>	<p>Porcentajes de humedad y contenido nutritivo</p>	<p>Técnicas de laboratorio</p>
Residuo agroindustrial	<p>Los desechos agroindustriales son de naturaleza orgánica y prácticamente están clasificados en origen, lo cual facilita su reciclaje transformando así "un problema en una oportunidad"; pudiéndose generar energía renovable (biogás combustible)</p>	<p>Cascarilla de arroz Cáscara de maracuyá</p>	<p>de de</p>	<p>Porcentajes de humedad y contenido nutritivo</p>	<p>Técnicas de laboratorio</p>
Eficiencia biológica	<p>Medida estimada de producción, la capacidad de los</p>	<p>Peso del sustrato y</p>	<p>del y</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>Fórmulas de eficiencia</p>

hongos de peso seco de
convertir un la muestra
substrato en
cuerpos
fructíferos.
Calculado
dividiendo el total
del peso de
hongos frescos
recolectados de un
cultivo por el total
del peso seco del
substrato y
expresando esta
fracción como
porcentaje

2.5. Gestión de datos

Los datos se procedieron a recoger y analizar de investigaciones de los últimos cinco años, estas investigaciones utilizaron diseños experimentales que permitieron dar rigor científico a las investigaciones.

2.7. Criterios éticos de la investigación.

La presente investigación tendrá como aspecto ético preservar el medio ambiente y demostrar que el Cultivo de hongos *Pleurotus* utilizando como sustrato residuos agrícolas y agroindustriales, contribuyen al mejoramiento productivo y del suelo evitando de esta manera la erosión.

Desde el punto de vista legal del presente estudio cuenta con la debida autorización del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo que facilito los implementos de laboratorio y el material vegetativo, respectivo. Los resultados,

conclusiones y recomendaciones serán de responsabilidad del autor quien cederá la propiedad intelectual a la Universidad de Guayaquil.

Como criterio de inclusión en las muestras de sustratos donde nacieron los hongos fue en cáscara de maní, gandul y residuos de cascarilla de arroz. Como criterio de exclusión donde no nacieron los hongos como la cáscara de piña y cáscara de maracuyá.

Capítulo 3

RESULTADOS

3.1. Antecedentes de la unidad de análisis o población.

La presente investigación se llevó a cabo de diciembre 2016 – febrero 2017 en el Km. 7 de la Vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, Finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Las coordenadas geográficas son 01° 06’ Latitud Sur y 79° 29’ de Longitud Oeste, con una altura de 73 m.s.n.m.

La Finca “La María” muestra las siguientes condiciones agrometeorológicas:

Temperatura Promedio: 24.70 °C, Humedad Relativa: 84.54%, Heliofanía: 819.70 horas/luz/año, Precipitación: 1640.90 mm/añual, Zona Ecológica: Bosque Tropical húmedo, Topografía: 80% plano: 20% ondulado.

3.2. Diagnóstico o estudio de campo

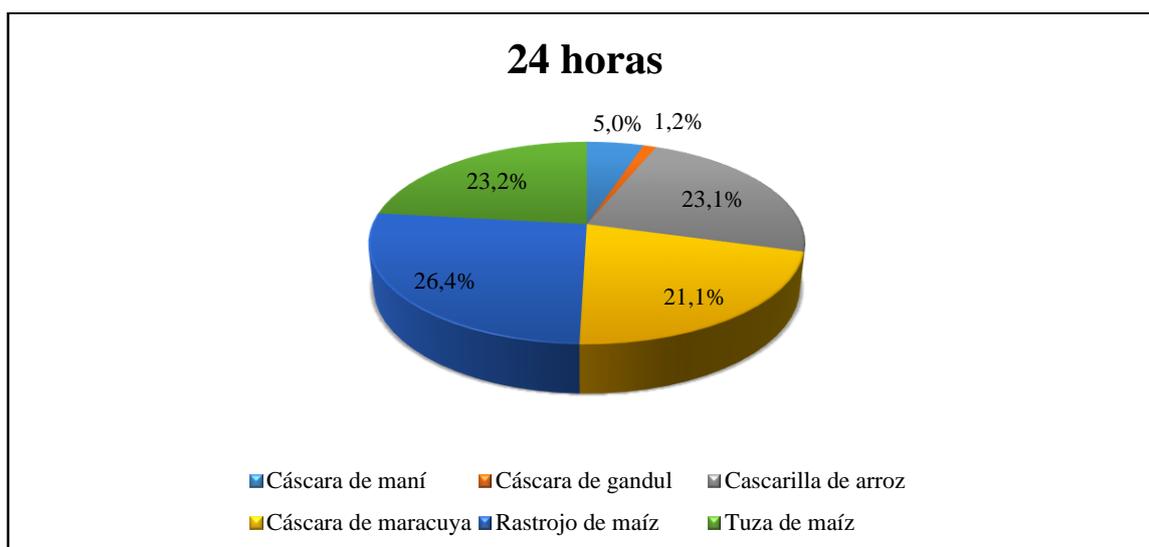


Figura 1. Crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en los seis sustratos

Tal como se aprecia en la figura 1, el mayor porcentaje de crecimiento entre los seis sustratos se dio en rastrojo de maíz, seguido de tuza de maíz y cascarilla de arroz.

3.2.1. Crecimiento radial y producción de biomasa en residuos agrícolas

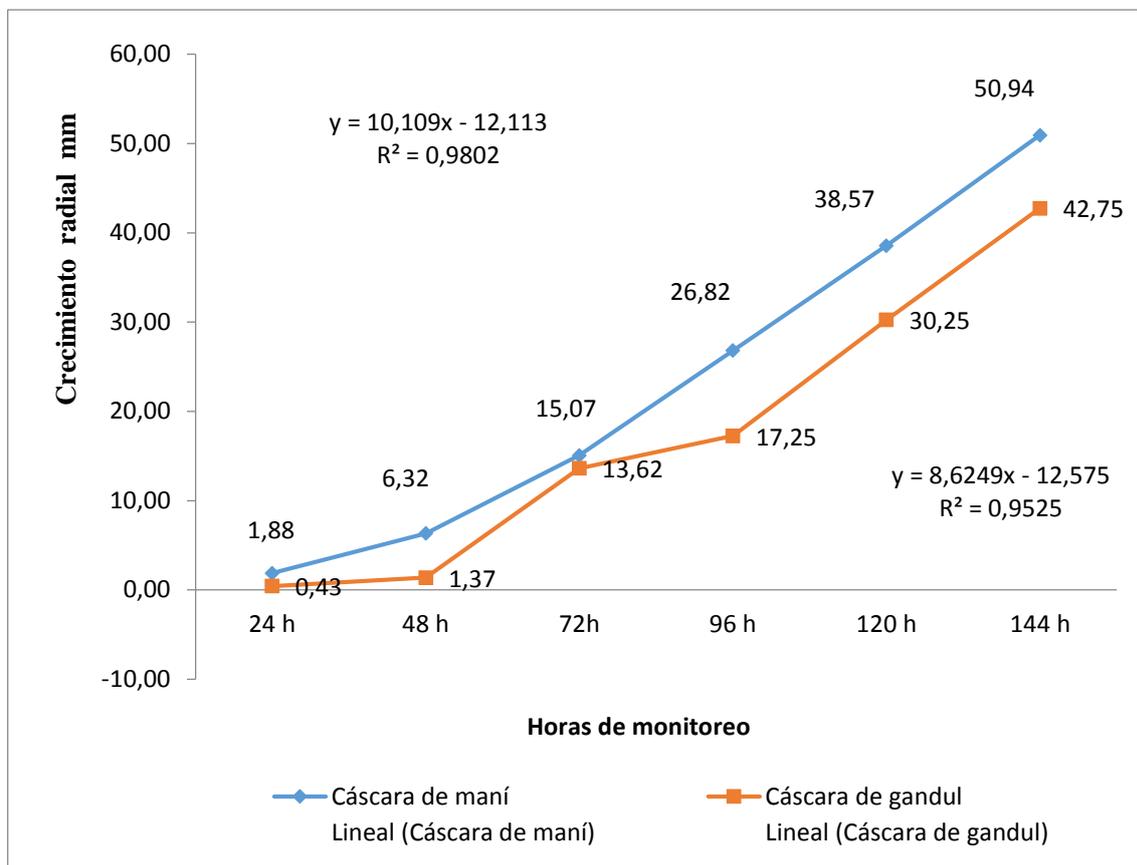


Figura 2. Crecimiento radial del hongo *Pleurotus ostreatus* en cáscara de maní y gandul

Al analizar el crecimiento de los residuos agrícolas de cáscara de maní y gandul podemos observar que las 24 horas el crecimiento radial ha sido fue superior en cáscara de maní e inferior para la cáscara de gandul, existiendo una interacción a las 72 horas con un crecimiento de similar para los residuos agrícolas, a las 144 h el crecimiento radial en cáscara de maní fue mayor que en cáscara de gandul Figura 1.

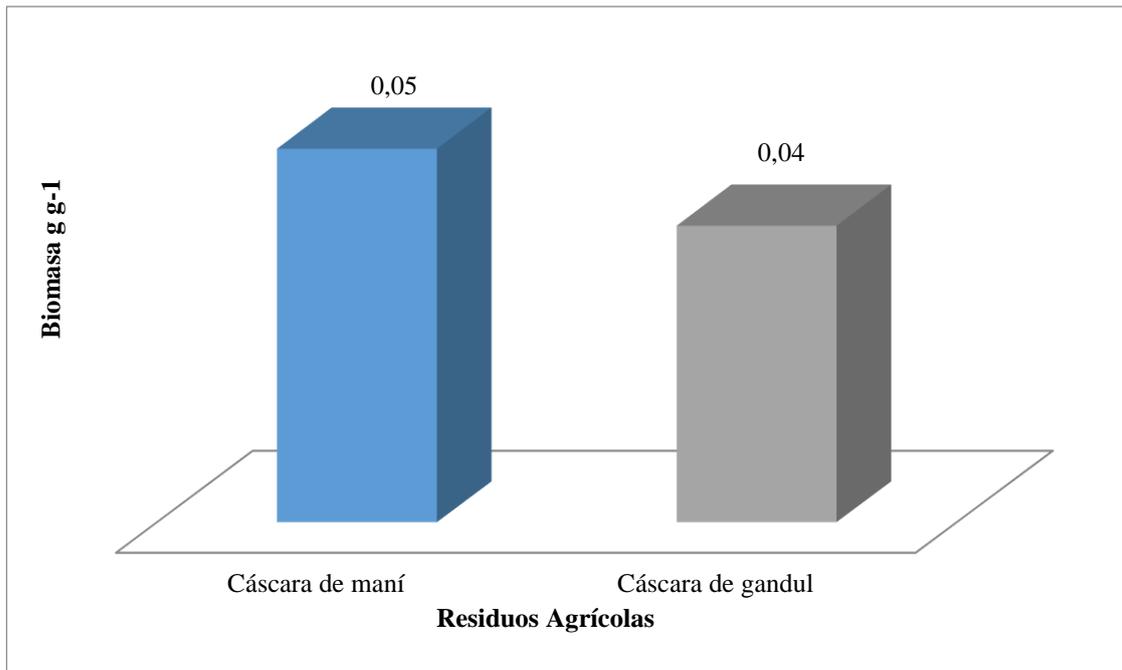


Figura 3. Producción de biomasa del hongo *Pleurotus ostreatus* en cáscara de maní y gandul

Para la producción de biomasa en los residuos agrícolas se observó que no existen mayores diferencias en la cáscara de maní, mientras que la cáscara de gandul reportó valores inferiores de sustrato. Figura 2

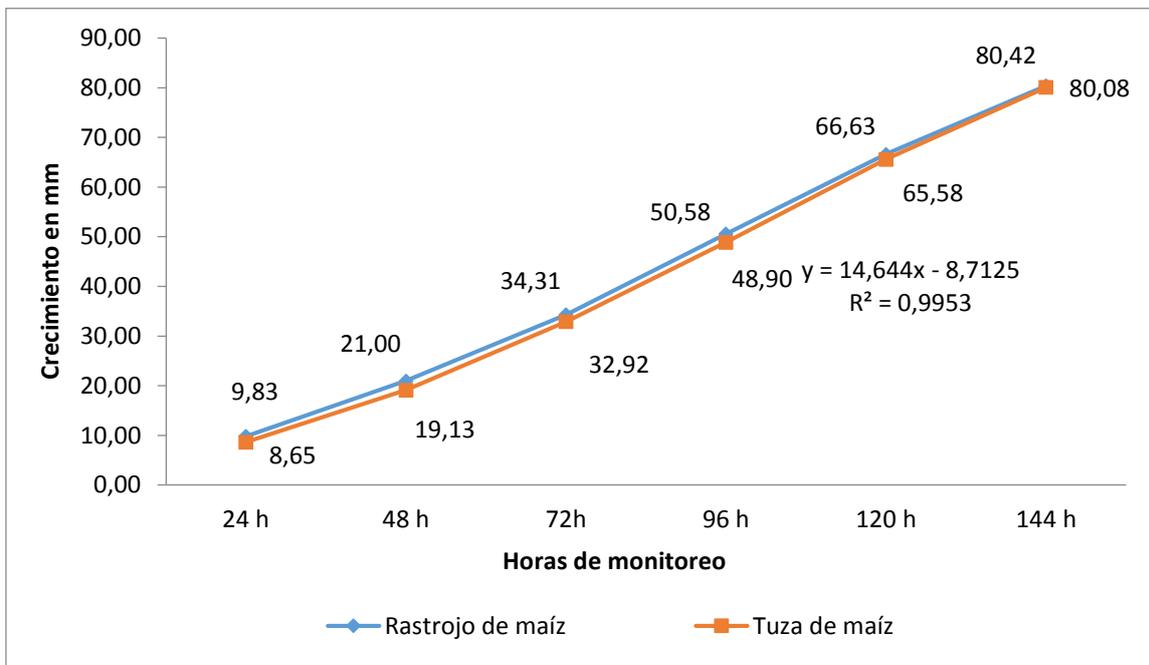


Figura 4. Crecimiento radial del hongo *Pleurotus ostreatus* en rastrojo y tuza de maíz

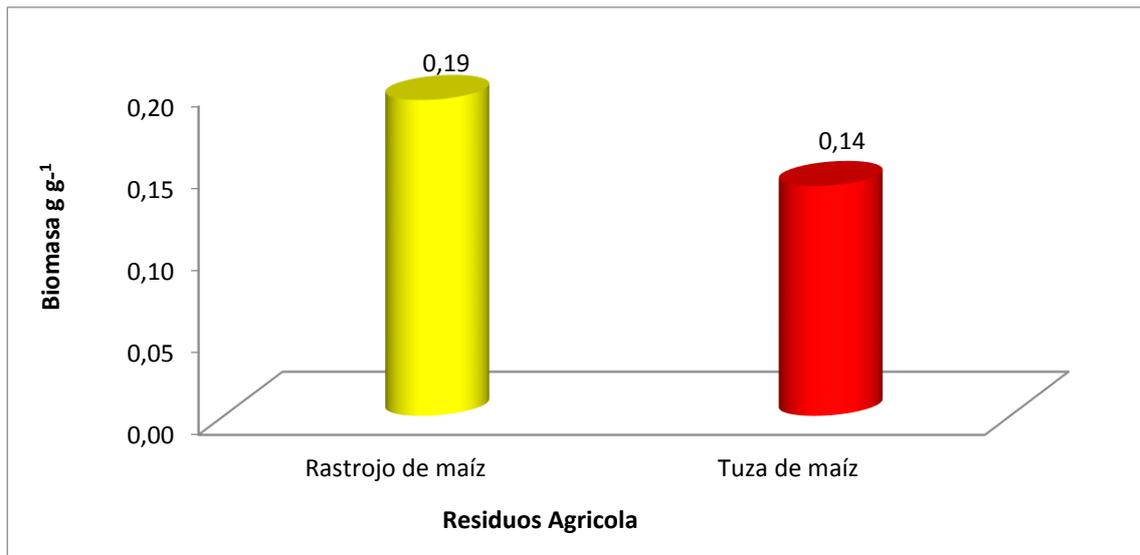


Figura 5. Producción de biomasa del hongo *Pleurotus ostreatus* en rastrojo y tuza de maíz

Al evaluar los residuos del maíz (*Zea mays*) como el rastrojo y tuza se pudo observar que mantiene una proyección lineal en el crecimiento radial desde las 24 hasta las 144 horas e incluso existe una interacción en todos los valores evaluados comenzando a las 24 horas fue superior para rastrojo de maíz seguido para tuza de maíz y para las 144 horas fueron similares entre los dos. Si comparamos entre los cuatro residuos agrícola cáscara de maní, y gandul, rastrojo y tuza de maíz se puede observar un mayor crecimiento radial a las 24 y 144 horas se logra en los residuos de maíz.

En la producción de biomasa entre ambos residuos existe una diferencia de mínima por gramo de sustrato, la mayor producción de biomasa se obtuvo con el rastrojo de maíz lo que nos permite aceptar la hipótesis “La utilización de residuos agrícolas como sustratos para el cultivo mejorará la velocidad de crecimiento radial y producción de biomasa del *Pleurotus spp*”

3.2.2. Crecimiento radial y producción de biomasa con residuos agroindustriales

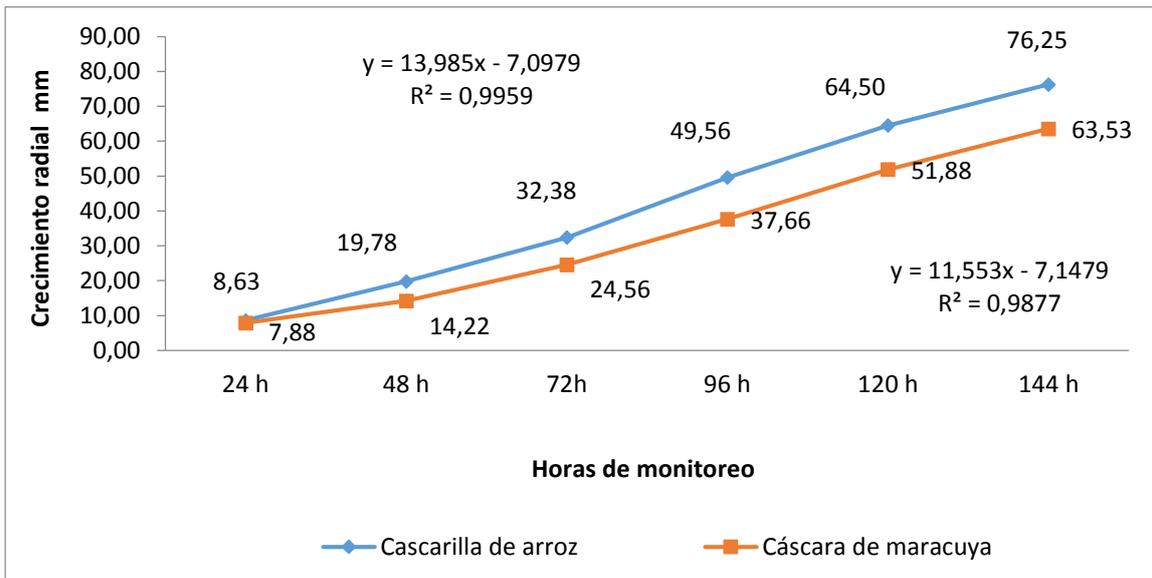


Figura 6. Crecimiento radial del hongo *Pleurotus ostreatus* en cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá

En la figura 5 se puede observar el crecimiento radial con los residuos de cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá en donde la cascarilla de arroz presenta un mayor desarrollo a las 24 horas y a las 144 horas.

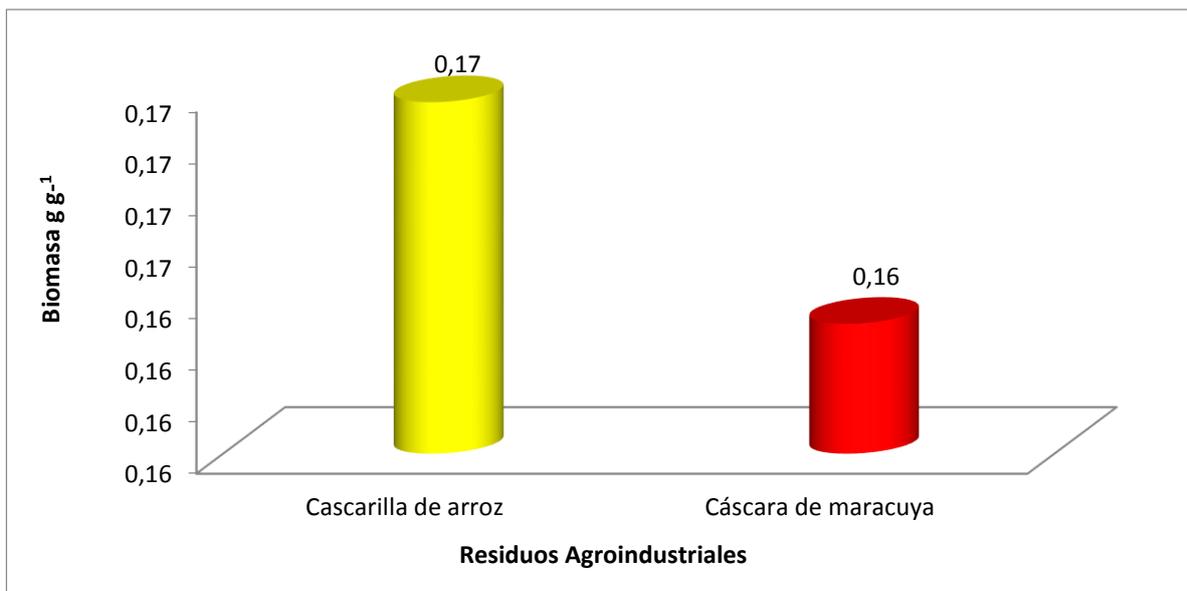


Figura 7. Producción de biomasa del hongo *Pleurotus ostreatus* en cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá

En relación a la producción de biomasa la mayor producción se reportó en la cascarilla de arroz por gramo de sustrato y el menor valor en cáscara de maracuyá diferencia similar mínima con las cáscaras de residuos agrícolas Figura 6.

3.2.3. Eficiencia biológica del cultivo del hongo *Pleurotus*

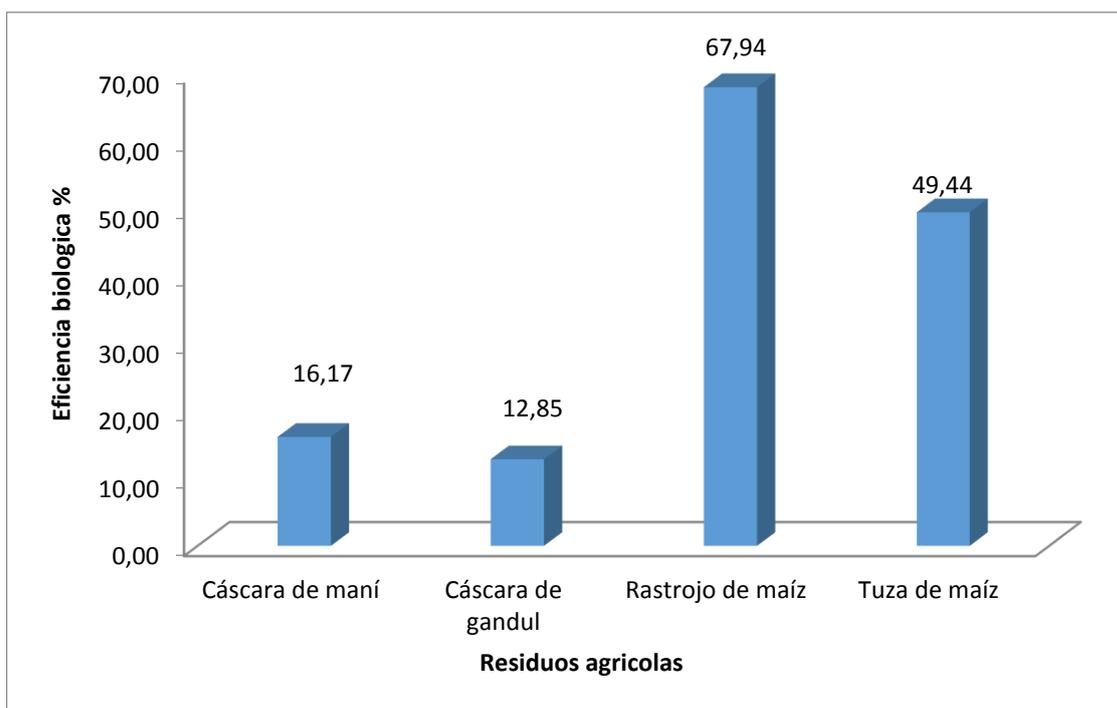


Figura 8. Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en residuos agrícolas

Dentro de los residuos agrícolas la mayor eficiencia biológica se registró en el rastrojo de maíz y el menor valor de eficiencia en la cáscara de gandul Figura 7.

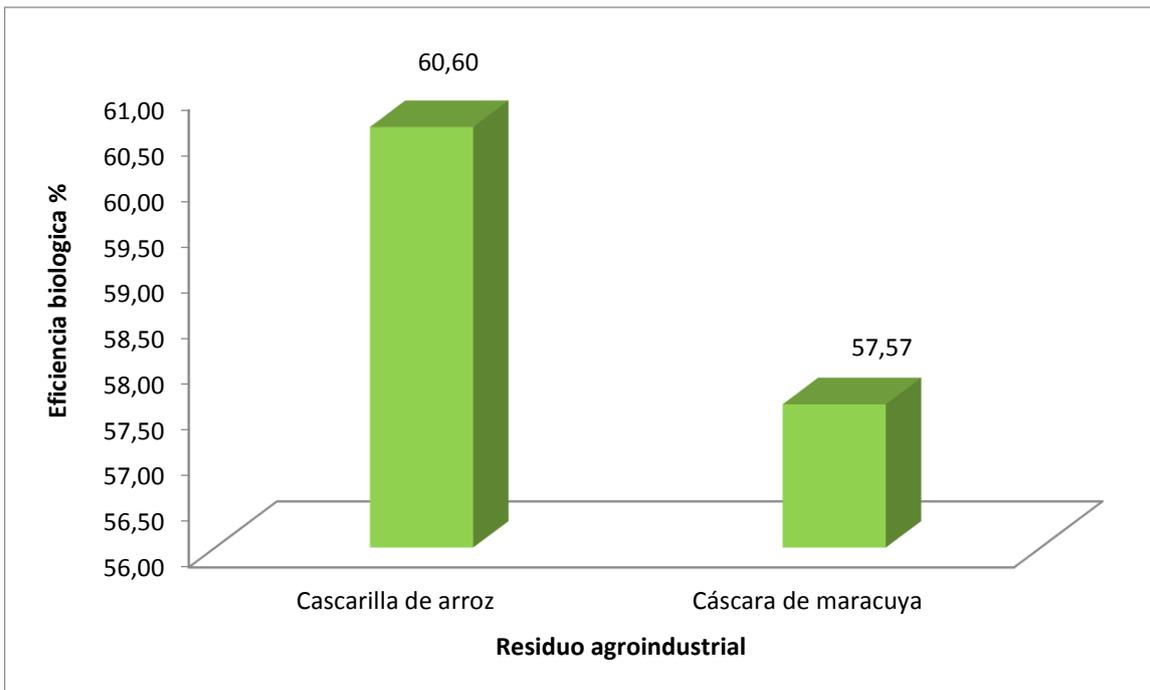


Figura 9. Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en residuos agroindustriales

Para los residuos agroindustriales la mayor eficiencia biológica se reportó en la cáscara de arroz. Figura 8.

Los resultados del tercer objetivo se indican en el diseño del protocolo de siembra o cultivo de los hongos *Pleurotus spp.* El mismo que está especificado en el capítulo que incluye la propuesta.

Capítulo 4

DISCUSIÓN

4.1. Contrastación empírica:

Los crecimientos radiales a las 24 y 48 horas en los residuos agrícolas y agroindustriales fueron inferiores a los reportados por Martínez y otros 2015 quienes obtienen valores de 1,86 a 3,04 cm empleando diversas cepas de *Pleurotus ostreatus* en orujos de pera.

Los residuos agrícolas obtiene valores similares a los de Martínez y otros 2015 partir de las 120 horas para la cáscara de gandul y cáscara de maní ya que está formado por compuestos lignocelulósicos tales como celulosa, hemicelulosa y lignina (Reinoso, 2015), en el caso de rastrojo y tuza de maíz se presenta a las 72 horas con 3,43 y 3,29 cm esto debido a la gran cantidad de minerales que contienen ambos residuos (Tipán, 2016).

En los residuos agroindustriales el crecimiento radial es similar en la cascarilla de arroz a las 72 horas y para la cáscara de maracuyá a las 96 horas la cáscara de maracuyá es rica en niacina, hierro, calcio y fósforo (Quintero, 2013)

En relación a la producción de biomasa tanto los residuos agrícolas como los residuos agroindustriales la producción fue inferior a lo reportado por (Calzado, 2010) quien obtiene 149.60 a 163.10 g, por (Aguinaga, 2012) quien reporta 0,40 g con una mezcla forrajera de bagazo de caña; aserrín y paja de trigo y por (Sánchez, 2013) con 58,77 g con estopa de coco, palma de viajero y palma Livistona.

Para la eficiencia biológica en los residuos agrícolas y agroindustriales el mayor valor se reportó en el rastrojo de maíz y cascarilla de arroz valores superiores a lo reportado

por (Calzado, 2010) quien obtiene eficiencias de 8,90 a 10,02% de la misma forma para lo reportado por (Sánchez, 2013) quien obtuvo 11,90% con estopa de coco, palma del viajero y bambú. Es menester indicar que los valores promedios de los residuos agrícolas cáscara de maní y gandul con 14,51% son inferiores, en los residuos rastrojo y tuza de maíz el valor es de 58,69% superior a los reportados por (Gaitán-Hernández, Salmones, Pérez, & Mata, 2009) quien al evaluar cepas de *Pleurotus pulmonarius* en cebada obtiene 55,73 a 71,23% de eficiencia biológica. El promedio de los residuos agroindustriales es de 59,09% superior para la paja de cebada fermentada de acuerdo a lo mencionado por el autor antes citado.

4.2. Limitaciones:

Cabe recalcar que para todo proyecto de investigación siempre se presentarán limitaciones, pero para el presente estudio no hubo el suficiente tiempo como para analizar otros factores que influyen sobre el crecimiento radial y la producción de biomasa de los hongos *Pleurotus*.

4.3. Líneas de investigación:

La presente investigación aplica a las líneas de investigación científica basadas en la aplicación de tecnologías para el buen vivir, toda vez que se hace mucha referencia de la degradabilidad de materia orgánica contaminantes de los campos y las agroindustrias, indicando a su vez que estos ensayos aplican a producir nuevos alimentos y subproductos que sirven de abonos orgánicos convirtiendo a la producción de hongos *Pleurotus spp.* en una alternativa de reciclaje muy eficiente a nivel de campo y en la industria alimenticia.

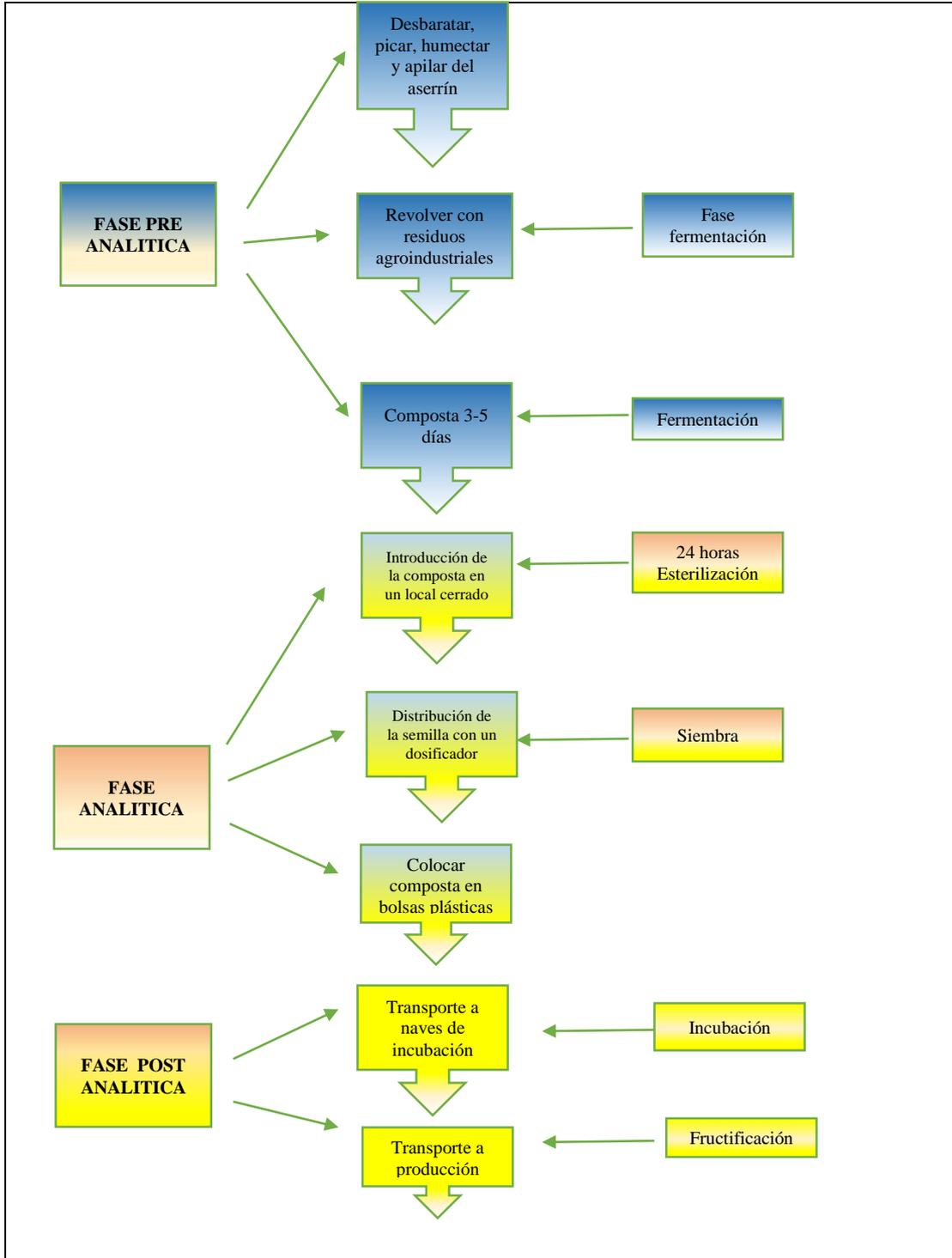
4.4. Aspectos relevantes

Se ha manifestado en el análisis de esta investigación que la manera más ecológica de transformar la materia orgánica rica en productos lignocelulolíticos que se quemar en el campo comúnmente es inoculando y cultivando los hongos comestibles del género *Pleurotus* Spp. indicando que en el presente estudio se dan las pautas para elegir que residuos agrícolas y agroindustriales se encuentran aptos para ser utilizados en este tipo de tecnología con base a las características químicas y físicas de los productos mencionados.

Capítulo 5

PROPUESTA

Figura 10. Flujograma del proceso de producción de *Pleurotus ostreatus*



Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. El mayor porcentaje de crecimiento entre los sustratos escogidos para la investigación se dió en los rastrojos de maíz, tuza de maíz y la cascarilla de arroz
2. En el proceso de producción del hongo *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustratos de origen agrícola y agroindustrial hubo una mayor eficiencia biológica en el rastrojo y tuza de maíz seguido de la cascarilla de arroz.
3. Con esta alternativa de transformación y producción de nuevas fuentes de alimentación humana, se evita la contaminación ambiental por la quema de los residuos antes mencionados.

6.2. Recomendaciones

1. Seguir investigando en otros residuos vegetales sobre la producción de los hongos *Pleurotus spp.*
2. Socializar el protocolo estandarizado del cultivo del hongo *Pleurotus spp.* En las universidades, institutos técnicos, asociaciones campesinas, sectores agrícolas y agroindustriales.
3. Gestionar la transferencia de esta tecnología, ya que es una alternativa de bioconversión para la excesiva producción de residuos agrícolas y agroindustriales, y obtener una fuente de alimentación humana rica en proteína y minerales.

Capítulo 7

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L. (2007). *Producción de inóculo líquido para el cultivo de Pleurotus spp.*
Instituto Politécnico Nacional, Maestría en Ciencias de Bioproceso, México.
- Aguinaga, P. (2012). *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.* Proyecto de Ingeniería Agroindustrial , Escuela Politécnica Nacional , Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito.
- Albertó, E., & Gasoni, L. (2005). Producción de hongos comestibles en la Argentina. *Perspectivas, Vol XXI.*
- Ardón, C. (2007). *La producción de los hongos comestibles.* Tesis de Maestría , Universidad de San Carlos de Guatemala, Departamento de Postgrado Maestría en Docencia Universitaria , Guatemala .
- Arguero, A. (2014). *Estudio de la producción de enzima amilasa mediante Aspergillus niger por fermentación sólida, con el uso de residuos agroindustriales.* Proyecto de Ingeniería Química , Escuela Politécnica Nacional , Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito . Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7349/1/CD-5494.pdf>
- Bermúdez Savón, R. C. (2014). Conversión de residuales agroindustriales en productos de valor agregado por fermentación en estado sólido. *Tecnología Química, Vol 34*(No. 3), 12. Obtenido de cielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000300005

- Bonilla, C., & González, W. (2004). *Caracterización y evaluación de los residuos sólidos biodegradables producidos en el campus universitario como sustrato en el proceso de compostaje*. Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Cali.
- Calzado, E. (2010). *Producción y Determinación de la Eficiencia biológica del hongo Pleurotus ostreatus, evaluado en cuatro sustratos diferentes (Tallo de palma, Olote, Paja de Trigo y paja de sorgo)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo Administrador, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencias Socioeconómicas Departamento de Administración Agropecuaria, Buenavista, México. Recuperado el 20 de 07 de 2017
- Carvajal, G. (2010). *Evaluación de la producción del hongo Pleurotus ostreatus sobre cinco tipos de sustratos (Tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de vicica, tamo de avena y paja de páramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio*. Tesis de Ingeniería Agropecuaria, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ibarra. Recuperado el 12 de 08 de 2017
- Coello, C. (2012). *Evaluación del crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género Pleurotus spp cultivadas en un medio agar con diferentes sustratos*. Tesis de grado de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo.
- Ecología uat. (22 de junio de 2005). *Técnica simple para el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus*. Obtenido de <http://ecologia,uat.mx/biotam/v9n23/art3.html>
- Espinosa, A., & Pazmiño, V. (2016). *Elaboración de productos agroindustriales a partir de (Pleurotus ostreatus djamor) como alternativa al poliestireno expandido*. Trabajo de titulación par Ingenieros Agroindustriales y Alimentos,

Uniniversidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
, Quito.

Espinoza, I. (2012). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados de cascara de maracuya (Passiflora edulis)*. Trabajo de Fin de Master
, Universidad de Córdoba , Facultad de Veterinaria , Córdoba . Obtenido de
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/12_10_13_Italo.pdf

Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez, R., & Mata, G. (Diciembre de 2009).
Evaluación de la eficiencia biológica de cepas de *Pleurotus pulmonarius* en paja
de cebda fermentada. *Revista mexicana de micología* , Vol 30.

Garzón, J. P., & Cuervo, J. (Julio- Diciembre de 2008). Producción de *Pleurotus*
ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferentes procedencia.
Publicación Científica en Ciencias Biomédicas, Vol 6(No. 10).

Lindao, J. (2016). *producción y análisis bromatológico del hongo ostra (Pleurotus*
ostreatus), *cultivado con sustratos de cáscara de cacao, plátano, coco y raquis*
de palma africana. Proyecto de Investigación , Universidad Técnica Estatal de
Quevedo , Facultad de Ciencias Pecuarias Carrera de Ingeniería Agropecuaria ,
Quevedo.

Martinez, D., Buglione, M. B., Filipi, M., Reynoso, L., Rodriguez, G., & Agüero, M.
(06 de febrero de 2015). Evaluación del crecimiento micelial de *Pleurotus*
ostreatus y *Agrocybe aegerita* sobre orujos de pera. *Anales de Biología*, Vol 37,
1-10.

Medranda, D., & Zambrano, D. (2017). *Evaluación de la cascarilla de arroz y rastrojo*
de maíz utilizados en el sistema de cama profunda en la crianza de cerdos. Tesis
de Médico Veterinario, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí,

- Manuel Félix López , Carrera Pecuaria , Calceta . Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/538/1/TMV111.pdf>
- Mera, J. (2005). *Dosificación de Ergosterol de Pleurotus ostreatus irradiado con luz Ultravioleta*. Tesis de Doctor en Bioquímica y Farmacia , Escuela Superior Politécnica de Chimborazo , Facultad de Ciencias , Riobamba .
- Muñiz, J., Orozco, G., & Soledispa, L. (2009). *Creación de una microempresa comunitaria en el cantón bucay para la comercialización de hongos comestibles Shiitake proyectada al 2009*. Proyecto de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral , Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas , Guayaquil .
- Peña, M. (2013). *Composición química y degradabilidad in situ de residuos agrícolas de maíz inoculados con dos cepas del género Pleurotus Finca La María*. Tesis de Ingeniero Agroindustrial , Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera Agroindustrial, Quevedo.
- Pineda, J., Ramos, L., & Soto, C. (Sept - Dic de 2013). Cinética de crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en la etapa de producción del cuerpo fructífero. *ICIDCA. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar, Vol 47(No. 3)*, 56-61. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223129231008.pdf>
- Quintero, K. (2013). *Niveles de harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis) en elaboración de yogurt natural Finca Experimental La María, Mocache-Ecuador 203*. Tesis de Ingeniería en Industrias Pecuarias , Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Facultad de Ciencias Pecuarias , Quevedo . Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/320/1/T-UTEQ-0003.pdf>
- Quizhpilema, L. (2013). *Validación de la Tecnología para la producción e industrialización de hongos comestibles Pleurotus ostreatus utilizando sustratos*

orgánicos. Tesis de grado en Industrias Pecuarias , Escuela Superior Politécnica de Chimborazo , Facultad de Ciencias Pecuarias , Riobamba.

Reinoso, L. (2015). *Valoración nutricional de hongos ostras (Pleurotus ostreatus y Pleurotus sapidus) inoculados con hoja de mazorca de maíz y cáscara de maní* . Proyecto de Investigación para Ingeniería en Alimentos , Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Facultad de Ciencias Pecuarias , Quevedo. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2267/1/T-UTEQ-0038.pdf>

Ríos, M. d., Hoyos, J., & Mosquera, S. (Julio - Diciembre de 2010). Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Facultad de Ciencias Agropecuarias, Vol 8*(No. 2), 10. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a12.pdf>

Rivera- Omen, R. L.-M.-V. (2013). Evaluación de residuos agrícolas como sustratos para la producción de hongos *Pleurotus ostreatus*. *Luna Azul, 37*, 89- 100.

Rodríguez, R. (1996). *Caracterización de cepas del hongo comestible Pleurotus spp en medios de cultivo y su evaluación en sustratos lignocelulósicos forrajeros para la producción de carpofores*. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas , Universidad Autónoma de Nuevo León , Facultad de Agronomía , México. Recuperado el 12 de 08 de 2017

Rojas, J. C. (2016). *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)*. Proyecto de investigación , Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias , Quevedo.

- Ruilova, M., & Hernández, A. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. vol. 48, núm. 1, 54-59.
- Sánchez, C. (2013). *Evalauación de la productividad del hongo comestible Pleurotus ostreatus sobre un residuo agroindustrial del Departamento del Valle del Cauca y resisuos de poda de la Universidad Autónoma de Occidente*. Universidad Autónoma de Occidente, Departamento de Ciencias Ambientales, Santiago de Cali.
- Suárez, A. (2010). *Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (Lentinula edodes) y orellana (Pleurotus ostreatus y Pleurotus pulmonarius) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla*. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Tipán, C. (2016). *Evalauación del crecimiento del hongo Pleurotus ostreatus con el uso de un sustrato de rastrojo de maíz*. Tesis de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16617/1/CD-7248.pdf>
- Toledo, M. F. (2008). *Residuos de maíz y Quínua como potenciales sustratos para el cultivo de hongos comestibles Pleurotus ostreatus*. Tesis Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Escuela de Ciencias Químicas, Riobamba.
- Toscano, L. (2009). *Análisis de los parámetros y selección de hornos para la combustión de biomasa*. Tesis de grado de Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil. Obtenido de

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10768/2/TESIS%20BIOMASA.pdf>

Valverde, A., Sarria, B., & Monteagudo, J. (2007). Análisis Comparativo de las características Físicoquímicas de la cascarilla de arroz. *Scientia et Technica*, Vol XIII(No. 37).

Zamora, T. (2013). *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*. Tesis de grado Ingeniero Agroindustrial, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Quevedo.

Anexo 2.

FINCA EXPERIMENTAL “LA MARIA”

UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

LABORATORIO DE RUMIOLOGIA Y METABOLISMO ANIMAL

TEMA DE LA PROPUESTA:

**CULTIVO DE HONGOS PLEUROTUS SPP. UTILIZANDO
SISTRATOS RESIDUOS AGRICOLAS Y AGROINDUSTRIALES**

17 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

VISION DE LA UNIVERSIDAD

“La Universidad Técnica Estatal de Quevedo alcanzará la excelencia institucional, líder en el desarrollo sustentable, acreditada nacional e internacionalmente “

MISION DE LA UNIVERSIDAD

“La Universidad Técnica Estatal de Quevedo es una institución de Educación Superior, que tiene como misión formar integralmente profesionales en las distintas áreas del conocimiento, líderes, creativos y competitivos, de pensamiento crítico y con valores humanos, comprometidos con el desarrollo de una sociedad justa, equitativa y solidaria, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida e impulsar el desarrollo sostenido y sustentable del país a través de la docencia, investigación, extensión y producción de bienes y servicios “

OBJETIVO DE LA UNIVERSIDAD

1. Formar, capacitar, especializar y actualizar los conocimientos científicos, culturales y tecnológicos a estudiantes y profesionales, en los niveles de pregrado y postgrado, en las diversas especialidades y modalidades.
2. Presentar una oferta académica integral, flexible y moderna de acuerdo a la realidad del país, ofreciendo una formación científica y humanística del más alto nivel académico, respetuosa de los derechos humanos, de la equidad de género y del medio ambiente, con la finalidad de contribuir al desarrollo humano del país y a una plena realización profesional y personal.
3. Desarrollar actividades académicas, de investigación científica, de extensión, de producción y de gestión, que permitan preparar recursos humanos, para que puedan competir en condiciones de calidad y eficiencia en el contexto del actual paradigma económico mundial.
4. Educar en forma integral a sus estudiantes, a fin de que sean profesionales y líderes con pensamiento crítico y conciencia social, que cultiven los valores axiológicos en todos los actos de su vida, de manera que contribuyan eficazmente al mejoramiento de la producción intelectual y de bienes y servicios, de acuerdo con las necesidades presentes y futuras de la sociedad.
5. La Universidad podrá impartir programas de posgrado de carácter semipresencial y a distancia, previa aprobación del SENESCYT.

PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE HONGOS *PLEUROTU SSPP.*

Introducción

El mercado de hongos comestibles está en expansión en nuestro país esto permite desarrollar tecnologías que contribuyan a las actividades agroindustriales e incrementar la rentabilidad sin dañar el medio ambiente.

La producción de *Pleurotus ostreatus* es una excelente alternativa para el fortalecimiento del desarrollo agropecuario del país, debido al análisis de las investigaciones revisadas que los residuos agrícolas y agroindustriales pueden ser utilizados como sustratos de crecimiento los cuales son ricos en ligninas, son baratos y fáciles de conseguir.

Al producir *Pleurotus ostreatus* puede existir mayor desarrollo e innovación para la agricultura nacional, mejoramiento de la seguridad alimentaria, nuevas fuentes de empleo, herramientas para el diseño y optimización de procesos, menor daño y contaminación al medio ambiente, nuevos consumidores de productos naturales de primera calidad nutricional.

Como estrategia de información sobre el protocolo del cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* sería divulgar en ferias agrícolas y días de campo sobre las ventajas de su producción como alternativa alimenticia que no afecta los valores ni las actividades centrales de la vida en el campo, tampoco daña su entorno ecológico. Se puede producir mediante técnicas sencillas y de fácil establecimiento aprovechando el conocimiento

tradicional, favorece el aprovechamiento de los recursos regionales mediante el uso de los subproductos agrícolas y posteriormente como abono orgánico en el cultivo.

Objetivo general

Cultivar el hongo *Pleurotus ostreatus* empleando rastrojo de maíz y cascarilla de arroz

Objetivos específicos

Determinar la producción de biomasa del *Pleurotus ostreatus* con el sustrato rastrojo de maíz y cascarilla de arroz.

Establecer la composición química de la producción de biomasa del *Pleurotus ostreatus* con los sustratos rastrojo de maíz y cascarilla de arroz.

Evaluar la relación costo – beneficio de la producción de biomasa del *Pleurotus ostreatus* con los sustratos rastrojo de maíz y cascarilla de arroz.

Metodología

Fase pre analítica

Se realizará previamente la limpieza de material a ser utilizado en la producción de *Pleurotus ostreatus*, además de las zonas de trabajo.

Fase analítica

Los procesos biológicos de producción son los siguientes:

- Fermentación
- Esterilización
- Siembra

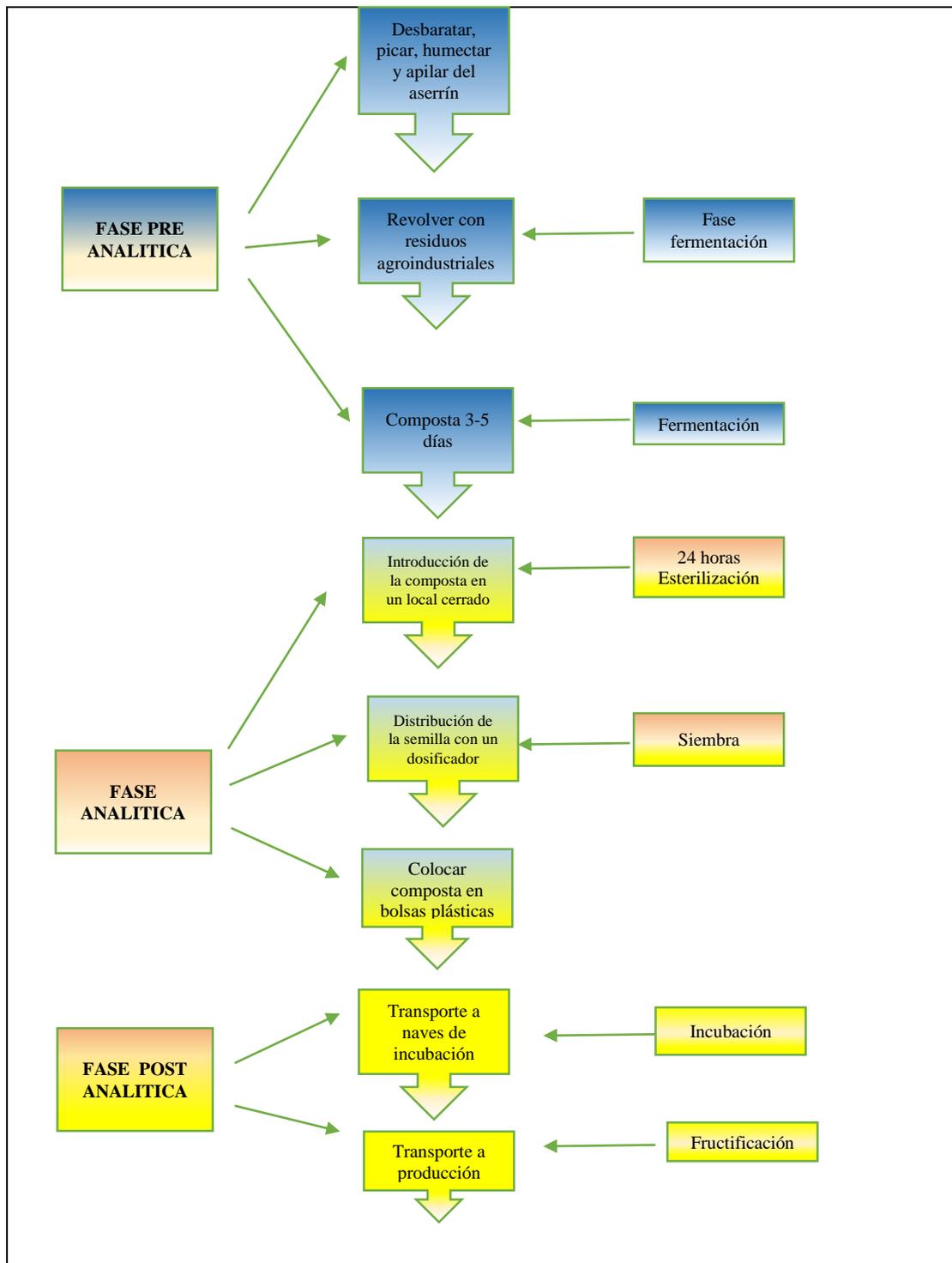
Fase post analítica

- Incubación y
- Producción
- Cosecha y comercialización

Para esto se sigue la siguiente metodología:

1. Desbaratar, picar, humectar y apilado del aserrín
2. Revolver suplementos agrícolas o agroindustriales previamente humedecidos con el aserrín y apilar (**Fase fermentación**)
3. Permanencia de la composta por 3-5 días revolviendo diariamente o cada tercer día (**Fermentación**)
4. Introducción de la composta en un local cerrado con paredes aisladas, controlando temperaturas por un período de 24 horas (**Esterilización**)
5. Distribución de la semilla con un dosificador o manualmente sobre la composta (**Siembra**)
6. Colocación de la composta sembrada en bolsas plásticas con tamaño promedio de 1 kg.
7. Transporte de las bolsas a las naves de incubación (**Incubación**)
8. Control de temperatura a 22° C promedio durante 15 días aproximadamente
9. Transporte de las bolsas a la nave de producción (**Fructificación**)
10. Cosecha y comercialización.

FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE *PLEUROTUS OSTREATUS*



Anexo 3. Certificación de la UTEQ- FCP



FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA

Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303

[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) /fcp_91@yahoo.es Quevedo – Los Ríos – Ecuador

CASILLAS
Guayaquil : 10672
Quevedo : 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

Quevedo, 12 de septiembre del 2017

CERTIFICADO

Mediante el presente certifico que, el señor M.V.Z. Diego Armando Romero Garaicoa, con cédula N° 1202822753, puede hacer uso de la información de los resultados de las investigaciones desarrolladas en cultivo de los hongos *Pleurotus spp.* en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicado en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con el fin de realizar su trabajo de titulación de la Maestría en Microbiología mención Industrial.

Por la atención que se le brinde a la presente, estamos muy agradecidos.

Atentamente,

Dra. Yenny Torres Navarrete

Decana FCP- UTEQ





Quevedo, 29 septiembre del 2017

Sra. Bióloga.
Elvia Aspiazu, M.Sc.
**TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL- MAESTRÍA EN
MICROBIOLOGÍA.**

Presente. -

De mis consideraciones:

Adjunto al presente, sírvase encontrar el documento final de trabajo de titulación especial titulada: "Cultivo de hongos *Pleurotus* utilizando como sustrato residuos agrícolas y agroindustriales". Elaborado por el estudiante Diego Armando Romero Garaicoa, con C.I: 1202822753, previo a la obtención del título de Magister en Microbiología, Mención Industrial. El trabajo en mención cumple con los componentes que exige el reglamento general de grados y títulos e incluye el informe URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 94% y de similitud de un 6% del trabajo investigativo; siendo esta similitud originada en el marco teórico consultado y por la similitud de los lineamientos de la investigación.

URKUND

Documento [Tesis Diego 2016 PARA URKUND.doc \(D30909405\)](#)
Presentado 2017-09-29 22:17 (-05:00)
Presentado por mreyes@uteq.edu.ec
Recibido mreyes.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje [Mostrar el mensaje completo](#)

6% de estas 19 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analyzed Document:	Tesis Diego 2016 PARA URKUND.doc (D30909405)
Submitted:	9/30/2017 5:17:00 AM
Submitted By:	mreyes@uteq.edu.ec
Significance:	6 %

Sources included in the report:

Tesis de *Pleurotus sapidus* docx (D16520208)
<http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2267/1/IT-UTEQ-0038.pdf>
<http://www.scielo.org.co/pdf/bssa/v8n2/v8n2a12.pdf>

Instances where selected sources appear:
16

Atentamente,

Ing. Mariana Reyes Bermeo, M.Sc.
Docente UED. Universidad Técnica Estatal de Quevedo