

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACION DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCION DE
HONGOS OSTRA (*Pleurotus ostreatus*); RETALHULEU, RETALHULEU

TESIS DE GRADO

PEDRO AMILCAR SANTIZO SOLLER

CARNET 49104-93

COATEPEQUE, FEBRERO, 2016
SEDE REGIONAL COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACION DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCION DE
HONGOS OSTRA (*Pleurotus ostreatus*); RETALHULEU, RETALHULEU
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

:POR

PEDRO AMILCAR SANTIZO SOLLER

CARNET 49104-93

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS
TROPICALES EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, FEBRERO, 2016
SEDE REGIONAL COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDEZ BARRIA, S. J.

VICERECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLES DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN MGTR. MARTIN SALVADOR SANCHEZ CRUZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTE. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ


Guatemala, 4 de Enero 2016

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el informe Final de Tesis del estudiante Pedro Amílcar Santizo Soller, que se identifica con carné No. 49104-93, titulada: "Evaluación de Sustratos Orgánicos, para la Producción de Hongos Ostra (*Pleurotus Ostreatus*), en Parcelamiento Santa Fé, Retalhuleu, Retalhuleu", el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing Agr. Martin Salvador Sánchez Cruz

Asesor de Tesis

Colegiado 1574



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06430-2016

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante PEDRO AMILCAR SANTIZO SOLLER, Carnet 49104-93 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 061-2016 de fecha 21 de enero de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGOS OSTRÁ (*Pleurotus ostreatus*); RETALHULEU, RETALHULEU

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 24 días del mes de febrero del año 2016.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por ser mi guía y fuente de sabiduría.

Mis padres, por sus consejos, perseverancia para sacarme adelante.

Mis hermanos, por su apoyo incondicional.

Mi familia en general, por su apoyo constante, amor y respeto.

Mi asesor de tesis Ingeniero Agrónomo Martín Salvador Sánchez Cruz por su paciencia y asesoría para la ejecución de esta tesis.

Los Ingenieros Agrónomos Nery de Jesús Moreno Palacios y José Horacio por su dedicación y apoyo incondicional para la realización de la Tesis

La terna revisora, por el tiempo y dedicación que brindaron para la elaboración del documento final.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

DEDICATORIA

A:

DIOS: Como ser supremo y creador nuestro y de todo lo que nos rodea y por habernos dado la inteligencia, paciencia y ser nuestra guía en Nuestra vida.

MIS PADRES: Pedro Zacarias Santizo Soller (+) y Marina Soller De Santizo, por ser la razón de mi vida gracias a su apoyo incondicional he culminado la carrera.

MIS HERMNOS (AS): Beatriz Catalina, Sandra Mercedes, Carlos Danilo Gerardo Federico, con cariño, admiración y Respeto.

MI ESPOSA: Elvia María Marroquín Lemus, por su apoyo incondicional.

MI HIJO: Pedro Zacarias Santizo Marroquín quien es mi mayor motivación y ser un ejemplo a seguir

MIS SOBRINOS: Con cariño y respeto.

MIS CUÑADOS (AS): Con aprecio.

MIS AMIGOS: Nery de Jesús Moreno Palacios y José Horacio Culajay.

MI PAÍS: Guatemala

MI DEPARTAMENTO: Retalhuleu

MI CASA DE ESTUDIOS: Universidad Rafael Landivar

MI ASESOR: Ing. Martin Salvador Sánchez Cruz, por su apoyo Incondicional para el desarrollo de Investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. MARCO TEORICO.....	03
2.1. HONGOS COMESTIBLES	03
2.1.1. Valor Nutritivo de los Hongos	03
2.2. CLASIFICACION TAXONOMICA.....	04
2.2.1. Características del Género <i>Pleurotus</i>	04
2.2.2. Características Visibles	05
2.2.3. Características Nutricionales	05
2.2.4. Características de Desarrollo	05
2.3. EFICIENCIA BIOLOGICA.....	07
2.4. CONTAMINACION, PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	07
2.4.1. Contaminación	07
2.4.2. Plagas	08
2.4.3. Enfermedades	08
2.5. PRODUCCIÓN EN KILOGRAMO DE HONGO FRESCO ...	09
2.6. DESCRIPCIÓN Y CONFORMACIÓN DE LOS SUSTRATOS.	10
2.6.1 Sustrato	10
2.6.2 Conformación	10
2.7. ANTECEDENTES.....	10
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3.1. DEFENICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	13
IV. OBJETIVOS.....	15
4.1. GENERAL.....	15
4.2. ESPECIFICOS.....	15
V. HIPOTESIS.....	16
VI. MATERIALES Y METODOS.....	17
6.1. LOCLIZACION DEL ESTUDIO.....	17

6.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	17
6.3.	FACTORES A ESTUDIAR.....	18
6.4.	DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.....	18
6.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
6.6.	MODELO ESTADISTICO.....	19
6.7.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	19
6.8.	CROQUIS DE CAMPO	19
6.9.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	20
6.10.	VARIABLES DE RESPUESTA.....	22
6.11.	ANALISIS DE LA INFORMACIÓN.....	22
	Análisis económico.....	23
VII.	RESULTADOS Y DISCUCION.....	24
	7.1 EFICIENCIA BIOLOGICA.....	26
	7.2 BENEFICIO/COSTO.....	28
VIII.	CONCLUSIONES.....	30
IX.	RECOMENDACIONES.....	31
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	32
XI.	ANEXOS	35
XII.	CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pagina
1. Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de Hongo <i>Pleurotus.ostreatus</i>	05
2. Resultados de eficiencia biológica obtenida en la propagación del hongo <i>Pleurotus. ostreatus</i> en diferentes sustratos, en el altiplano guatemalteco.....	12
3. Descripción de los tratamientos.....	18
4. Análisis de varianza para producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en peso fresco.....	24
5. Resumen de pruebas de Tuckey al 95% de confiabilidad para el análisis de varianza de la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en peso fresco	25
6. Eficiencia Biológica promedio de los tratamientos evaluados.....	26
7. Análisis de varianza de la Eficiencia Biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> ...	27
8. Resumen de pruebas de Tuckey al 95% de confiabilidad para el análisis de Varianza de la eficiencia biológica, de <i>Pleurotus ostreatus</i>	27
9. Análisis Beneficio/Costo.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Página
1.	Resultados de eficiencia biológica de <i>Pleurotus. ostreatus</i> en diferentes combinaciones de sustratos.....	11

EVALUACION DE SUSTRATOS ORGANICOS, PARA LA PRODUCCION DE HONGOS OSTRA (*Pleurotus ostreatus*), EN PARCELAMIENTO SANTA FE, RETALHULEU, RETALHULEU

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar cinco sustratos de desechos orgánicos: Olote de maíz, utilizado como testigo, cascarilla de arroz, rastrojo de maíz, rastrojo de ajonjolí y rastrojo de arroz, para la producción artesanal del hongo ostra (*pleurotus ostreatus*), bajo condiciones controladas, en el parcelamiento Santa Fe, del departamento de Retalhuleu. Para el análisis de la información generada se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco repeticiones y cinco tratamientos para tener un total de veinticinco unidades experimentales, teniendo como variables de respuesta la producción del hongo en (Kg), la eficiencia biológica en porcentaje (%), y se realizó un análisis de Beneficio/costo, a partir de esta información se concluyó que el tratamiento de olote maíz, presentó el mayor rendimiento de 2.53 Kgs. y un beneficio costo (B/C) de 1.05 positivo, no obstante el rastrojo de ajonjolí presentó la mayor eficiencia biológica de 116.66. Con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede establecer los principios para iniciar un proceso de producción para pequeños productores de la localidad del parcelamiento Santa Fe, el cual se adecua a las condiciones socioeconómicas en la que viven, convirtiéndose en una opción de ingreso, así mismo debe considerarse la evolución de la combinación del olote de maíz con el rastrojo de ajonjolí ya que estos presentaron mayor rendimiento y mayor eficiencia biológica respectivamente.

EVALUATION OF ORGANIC SUBSTRATA FOR THE PRODUCTION OF OYSTER MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*), RETALHULEU, RETALHULEU

SUMMARY

The objective of this research study was to evaluate five organic waste substrata: corncob, as check, rice husk, corn stubble, sesame stubble, and rice stubble for the artisanal production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), under controlled conditions. The research study was carried out in the Santa Fe settlement, Retalhuleu. To analyze the information generated, a randomized complete block design with five replicates and five treatment, for a total of twenty-five experimental units, was used. The evaluated variables were: yield (kg) and biological efficiency in percentage (%); a cost-benefit analysis was also carried out. According to the results, the corncob treatment showed the highest yield with 2.53 Kgs/ha and a cost-benefit (C/B) of 1.05 positive. The sesame stubble treatment showed the highest biological efficiency with 116.66. The results obtained in this research study can be established as principles to begin a production process for small farmers of the Santa Fe settlement. It is recommended to evaluate the combination of corncob and sesame stubble.

I. INTRODUCCION

El cultivo de diversas especies de hongos del género *Pleurotus* está adquiriendo una gran importancia, en Francia, Italia y España, por ser considerado un producto no tradicional, un sustituto de la carne y sus beneficios nutricionales siendo el más conocido *Pleurotus ostreatus* (Granados, 2007).

De acuerdo con Granados (2007), la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* requiere de una tecnología fácil de implementar y puede convertirse en una fuente secundaria de ingresos económicos, presenta ventajas ya que no se requiere de productos químicos; una vez que se obtuvo el producto comestible, del sustrato se puede obtener abono orgánico, mediante los procesos de compostaje y vermicomposteo, estos a su vez pueden utilizarse como abonos orgánicos para la producción de plantas y hortalizas; también, hay un efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos.

Otro aspecto de gran importancia es su valor nutricional, fácilmente puede constituirse en un suplemento nutricional ya que en fresco contiene entre el 3.5 al 4 % de proteínas colocándose en la parte media de una tabla de alimentos recomendados por un nutricionista, bajo contenido de grasa y tomando en cuenta su contenido rico en vitaminas B1, B2, D, K y ácido ascórbico (Sánchez, 1994).

El parcelamiento Santa Fe, pertenece al municipio de Retalhuleu, del departamento de Retalhuleu, donde el 65% de sus habitantes se dedican a la producción agrícola, principalmente a la siembra de maíz, ajonjolí y arroz (Diccionario Geográfico Nacional, s.f.).

Debido a los efectos del cambio climático (Cambio de temperatura, sequías e inundaciones), que se están presentando, la agricultura a campo abierto resulta un alto riesgo, por lo tanto es importante crear alternativas de cultivos para los agricultores, ya que en la actualidad no obtienen los rendimientos esperados o definitivamente no hay

producción lo cual hace que el agricultor no pueda satisfacer las necesidades alimentarias de su familia.

II. MARCO TEORICO

2.1. HONGOS COMESTIBLES.

En Guatemala existen pocos estudios acerca del cultivo de los hongos comestibles, a pesar de la gran aceptación que tienen estos organismos entre la población rural y urbana y la gran diversidad de especies en el medio silvestre. No existe una regla general para separar los hongos comestibles de aquellos que no lo son. Existen algunos mitos referentes al tratamiento adecuado para saber si un hongo se puede comer, lo que en realidad son falsos. Tan solo se sabe que existen alrededor de 200 especies de hongos comestibles a las que las comunidades campesinas tradicionales asignan nombres comunes específicos para diferenciarlos (Granados, 2007).

El hongo ostra, se está produciendo a pequeña escala en Guatemala, en diferentes ambientes pero su producción es muy baja, comparada con la del champiñón. El consumo de estos también es bajo por falta de promoción y el desconocimiento de las diferentes formas en que se pueden cocinar o adicionar a las comidas tradicionales, no obstante existe un gran potencial de comercialización, el cual se puede ver en la época de producción de los hongos naturales conocidos como Anacates y los hongos de San Juan (Granados, 2007).

2.1.1. Valor Nutritivo de los Hongos.

Tradicionalmente se ha considerado a los hongos como un alimento de alta calidad con sabor y textura apreciable y sobre el alto valor nutritivo. Actualmente, los hongos juegan un papel muy importante en la alimentación del hombre al igual que la carne, pescado, frutas, y vegetales (Sánchez, 1994).

El mayor constituyente de los hongos es el agua, la cual es variable en cada especie, pero va del 70 al 94%, dependiendo de su consistencia.

El mayor interés en el valor nutritivo de los hongos es la calidad y cantidad de la proteína. El contenido de proteína en promedio es de 3.5 a 4% en peso fresco y de 30 a 50% en peso seco. En comparación con el contenido de proteínas de otros alimentos, el de los hongos en fresco es el doble que el de los vegetales (excepto soya, frijoles y lentejas) y cuatro a doce veces mayor que de las frutas; sin embargo, es de inferior a la de la carne, pescado huevos y lácteos. Los hongos son ricos en vitaminas, tiamina (B 1), ácido ascórbico (C), ácido nicotínico y pantoténico, riboflavina (B 12) y vitamina K. La digestibilidad de la proteína de los hongos es un factor muy importante para determinar su valor dietético (Sánchez, 1994).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según, ITIS (2015) la clasificación de los hongos del tipo ostra, es la siguiente:

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

2.2.1. Características del Género *Pleurotus*.

Estos en su mayoría son saprofitos, crecen sobre madera y tienen la habilidad de degradar la celulosa y la lignina, por tal razón se les denomina hongos lignocelulósicos. Las especies que más se han utilizado para fines comestibles son: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*, *Pleurotus florida* (Godoy, 1997).

2.2.2. Características Visibles.

Este género se caracteriza por poseer un píleo de redondeado a aplanado con un diámetro de 4 a 20 cm, el cual puede ser liso o a veces algo escamoso en el centro, de 5 a 10 cm de ancho, blanco o grisáceo o café grisáceo con tonos metálicos. El estípite lateral, blanco opaco excéntrico y de consistencia carnosa regularmente muy corto. Láminas blancas o rosa amarillento en seco, poco o nada unidas entre sí en la base, más o menos delgadas y con bordes lisos. Las esporas son de 7 a 9 y de 3 a 4 micrómetros, son regularmente elípticas, lisas, blancas o de color claro (García, 2000).

2.2.3. Características nutricionales.

Los hongos están compuestos en gran parte de agua (de un 70 a 90%) pero constituye uno de los alimentos más ricos en cierto número de vitaminas, riboflavina, ácido ascórbico, pantoténico y nicotínico. Además tiene la gama completa de aminoácidos necesarios para el desarrollo del hombre y su poder nutritivo es comparable el del huevo de la gallina, con la ventaja de poseer una cantidad de fósforo mayor a la que poseen la mayoría de legumbres y pocas grasas y colesterol (Sánchez, 1994).

2.2.4. Características de desarrollo.

El crecimiento de este género está supeditado a ciertos factores como lo son: la temperatura, la humedad del ambiente y del sustrato, el pH, las concentraciones de CO₂ y O₂ y la luz. Las condiciones más adecuadas de estos factores dependen del tipo de desarrollo que busca el hongo (García, 2000).

El micelio del hongo *Pleurotus ssp.* crece bien en un amplio rango de temperaturas que va desde arriba de 10°C hasta los 40°C como límite superior, sin embargo la temperatura óptima oscila alrededor de los 25°C. La fructificación va a depender de la temperatura, las especies tropicales fructifican bien en temperaturas entre los 20 y 30°C. Se sabe que la humedad relativa es un factor sumamente importante en el

desarrollo de un hongo, ya que la falta de humedad ambiental inhibe la fructificación. Se ha observado que para el desarrollo de *Pleurotus ostreatus* la mejor humedad ambiental está en los rangos de 80 a 85% (García, 2000).

Se ha comprobado que el suministro de luz es necesario para promover la fructificación de este hongo, pero se sabe que se requiere de ondas cortas (cargadas hacia el color azul del espectro) y con una intensidad de 10 a 200 lux aproximadamente (García, 2000).

La concentración de CO₂ es muy importante para el desarrollo del *Pleurotus ostreatus* ya que una concentración relativamente alta del rango del 20-25% es útil para proporcionar el crecimiento del micelio; sin embargo, concentraciones superiores al 0.6% inhiben la formación de primordios. Debido a esto cuando se desea producir hongos de una manera comercial, es necesario implementar un buen sistema de ventilación en la sala de fructificación de tal manera que se retire constantemente el bióxido de carbono formado por la respiración del propio hongo ya que la ventilación deficiente se manifiesta como deformaciones del cuerpo fructífero (García, 2000).

Las condiciones adecuadas para el desarrollo de *Pleurotus ostreatus* son detalladas a continuación:

Cuadro 1: Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*.

Factor	Crecimiento Micelial	Fructificación
Temperatura	25 – 33 °C	28 °C
Humedad relativa	baja humedad	85%
Humedad del sustrato	70 %	50%
PH del sustrato	6.0 – 7.0	6.5 – 7.0
Concentración de CO ²	20 – 25%	aire normal, menor de 0.6%
Luminosidad	Oscura	para leer

(Leal, 1985).

2.3. EFICIENCIA BIOLÓGICA.

Consiste en la producción de cuerpos fructíferos es decir, la bioconversión de la energía y la biodegradación del sustrato. Se expresa en porcentaje y la fórmula para obtenerla es la siguiente: En relación entre la cosecha de hongos frescos peso seco del sustrato (Godoy, 1997)

$$\text{Eficiencia Biológica} = \frac{\text{Kg. de hongos frescos}}{\text{Kg. de sustrato seco}} \times 100$$

2.4. CONTAMINACIÓN, PLAGAS Y ENFERMEDADES.

2.4.1. Contaminación.

Dentro del proceso de producción de hongos, se considera que las principales causas de contaminación son: la mala pasteurización o descuido en el manejo del sustrato en el proceso, la deficiencia en la limpieza de las áreas de incubación y orificios donde entra aire y microorganismos, insectos y roedores. Lo que genera un crecimiento pobre o nulo y hongos mal formados o defectuosos.

Para reducir estos efectos, se recomienda trabajar en condiciones asépticas, realizar buena esterilización y pasteurización, asegurar una buena limpieza y lavado de los cuartos de cultivo y mantener limpio alrededor de los cuartos de cultivo (De León, 2000)

2.4.2. Plagas.

La producción del cultivo de setas como *Pleurotus ostretus* lleva pocos años efectuándose, y por consiguiente las plagas y las enfermedades que le atacan son pocas aún. Entre los insectos que se han observado causando daño están los de orden Coleóptero de la familia *Coccinellidae* y Díptera de la familia *Drosophillidae*, también los Crustáceos especialmente la cochinilla de humedad. Estos insectos depositan sus huevecillos en las orillas de los estantes donde se colocan los sustratos. Al salir las larvas se comen el sustrato y permiten que otros agentes microbiológicos contaminen los paquetes, alguno de estos insectos pueden reducir el rendimiento o la calidad de los hongos, ya que además suelen alimentarse de las esporas, de las láminas o inclusive del contexto mismo del hongo, al cual perforan haciendo túneles y galerías (Macaya, 1998).

Para evitar estos daños, se recomienda mantener la limpieza de estantes y paredes con jabón y cloro, uso de trampas para insectos (trampas amarillas), es posible usar los insecticidas para uso ambiental y como un último recurso las fumigaciones con piretroides, un remedio muy eficaz es el uso de aspersiones de infusión de raíz de flor de muerto (*Tagetes erecta*). Además se debe mantener el aislamiento de locales y evitar la acumulación de basura alrededor (Sánchez, 1994).

2.4.3. Enfermedades.

Bióticas: Causadas por bacterias, micoplasmas o virus no son comunes en hongos o al menos no han sido reportadas como importantes desde el punto de vista económico para el cultivo; sin embargo se menciona la más común *Aspergillus*, este hongo se manifiesta de un color verde en forma de moho, el cual invade el micelio activado y no

lo deja crecer en el sustrato, por tal razón la producción es nula, deficiente y de mala calidad, ya que compite por alimento con *Pleurotus ostreatus* (García, 1985).

Abióticas: Las enfermedades abióticas son causadas por falta de nutrientes específicos o el desarrollo de variaciones ambientales del entorno donde se cultiva el hongo, entre las que destacan la poca ventilación, exceso de dióxido de carbono en el ambiente por falta de adecuada circulación de aire, causando el desarrollo de los estípites y no de los carpóforos, la mucha humedad, causa cuerpos fructíferos amarillentos y la luz excesiva que causa variaciones en la pigmentación, partes pardas (Sánchez, 1994).

2.5. PRODUCCIÓN EN KILOGRAMOS DE HONGO FRESCO.

Una producción sencilla y posible se realiza de acuerdo con un sistema de producción que requiere contar con un espacio cerrado (galpón, habitación, etc.) con control de factores ambientales como humedad, luz, ventilación y temperatura. La cosecha comienza a los 35 a 45 días desde la siembra y se produce en oleadas, es decir, que cada bolsa produce 2 ó 3 veces. El rendimiento total de cada bolsa se estima en 15 ó 20% del peso de sustrato húmedo. La vida útil de cada bolsa es de 3 meses aproximadamente (Sánchez, 1994).

Los carpóforos para la venta se recogen cuando han tomado un color grisáceo y su contexto es succulento indicando con ello que están listas para el consumo. Los sombreros más aceptados por el consumidor son los que pesan menos de 70 gr (Sánchez, 1994).

La producción se escalona a lo largo del año concentrándose entre 2 y 4 meses, distribuidos; De 15 a 30 días de incubación y crecimiento del micelio. De 15 a 20 días en la zona del cultivo. De 45 a 60 días de cosecha. En unas siete o nueve semanas se pueden producir entre 100 y 200 kilos de hongos *Pleurotus ostreatus* por tonelada de sustrato preparado y húmedo (Sánchez, 1994).

2.6. DESCRIPCIÓN Y CONFORMACIÓN DE LOS SUSTRATOS.

2.6.1. Sustrato.

Se entiende por sustrato a un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar los micelios del hongo, protegiéndolos de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua, los nutrientes y características que estos organismos requieren para su desarrollo.

Los materiales que se han experimentado para uso de laboratorio y para cultivos comerciales son muchos y no siempre han respondido positivamente desde el doble punto de vista técnico y económico (Calderón, 2001).

2.6.2. Conformación.

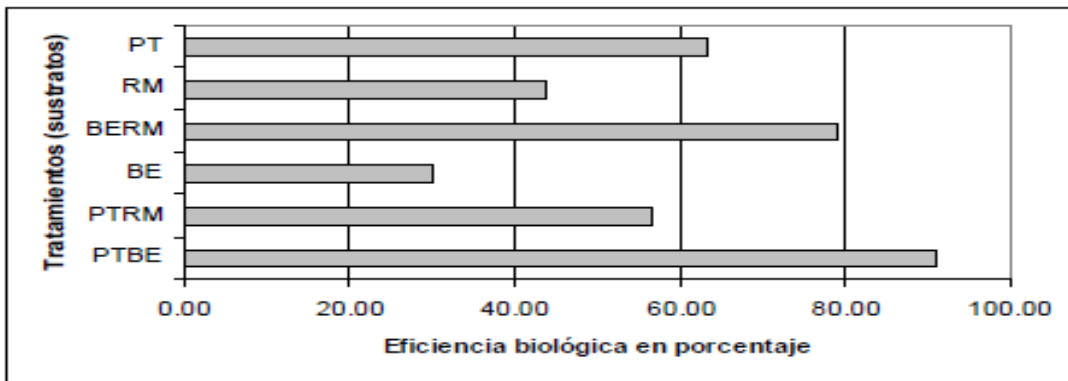
Para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* requiere que los sustratos sean orgánicos puros en un 100% que estén libres de cualquier otro material que pueda inhibir el crecimiento y desarrollo del hongo, se pueden realizar mezclas entre diferentes sustratos siempre y cuando sean orgánicos (Calderón, 2001).

2.7. ANTECEDENTES

Según Granados (2007), para la producción de *Pleurotus ostreatus* se pueden utilizar como sustratos todos los vegetales, o parte de ellos, ricos en ligninas; tales como pajas de cereales, maderas, aserrín, subproducto de agroindustria (hojas, olotes de maíz, hojas de alcachofas, vainas de legumbres, etc.). Aunque también menciona que el sustrato más común son las pajas de cereales, particularmente la de trigo, la que debe estar limpia, preferentemente libre de pesticidas y almacenada para evitar su colonización por otros microorganismos. Debido a la poca difusión de la producción de hongos en la zona suroccidental de Guatemala, no existe información de sustratos utilizados en esta zona para la producción de *P. ostreatus*, por lo que se toma como

referencia estudios realizados en el departamento de Huehuetenango y el altiplano guatemalteco.

De acuerdo a los resultados presentados por Rojas (2004), en su estudio realizado en el departamento de Huehuetenango, luego de evaluar tres sustratos y sus combinaciones, determino que al utilizar paja de trigo y brosa de encino se obtiene la mayor eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*, tal como se aprecia en la figura siguiente.



PTRM Paja de trigo + Rastrojo de Maíz (1:1), BE Broza de encino, BERM Broza de encino + Rastrojo de Maíz (1:1), RM Rastrojo de Maíz, PTBE Paja de trigo, PTBE Paja de trigo + Broza de Encino (1:1)

Figura 1. Resultados de eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en diferentes combinaciones de sustratos (Rojas, 2004).

Por otro lado, Quintero (2015), determino que al utilizar diferentes sustratos para la propagación de *Pleurotus ostreatus* en el altiplano guatemalteco, se obtuvo una mejor eficiencia biológica en los sustratos de pulpa de café, cascara de cacahuete y paja de trigo + broza de encino, como se observa en el cuadro a continuación.

Cuadro 2. Resultados de eficiencia biológica obtenida en la propagación del hongo *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, en el altiplano guatemalteco.

Material	Eficiencia Biológica
Pulpa de café	175.80
Paja de trigo + broza de encino	91.07
Maguey tequilero	65.00
Càscara de cacahuete	100.00
Jacinto de agua	52.00
Paja de arroz	79.20
Cascarilla de arroz	56.10

(Quintero, 2015).

Además, Palacios (s.f.), en su estudio realizado sobre la producción artesanal de *Pleurotus* utilizando la pulpa de café, realizado en el municipio de Huehuetenango, determinó que utilizando entre 50% y 75% de pulpa de café, con olote de maíz, se obtiene una eficiencia biológica de 42% y una rentabilidad del 242%, lo que nos indica que el olote de maíz es una buena alternativa como sustrato.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La Republica de Guatemala se caracteriza por ser un país de gran potencial agrícola, existiendo zonas que presentan las condiciones físicas y climáticas adecuadas para el desarrollo de una variedad de productos agrícolas, pero debido a los cambios climáticos que se están presentando en la actualidad, muchas regiones del país son afectadas fuertemente por las sequías, tal es el caso del parcelamiento Santa Fé, del municipio de Retalhuleu, del departamento de Retalhuleu.

Dentro de las realidades de la sociedad guatemalteca se encuentra la crisis económica, el costo de la canasta básica, la falta de empleo y mala alimentación. La presente investigación no pretende resolver dichas realidades pero para algunos casos en particular la información que se genera puede convertirse en una oportunidad de mitigar dicha realidad.

La finalidad de investigar y generar información técnica confiable para poder utilizarse como una alternativa de cultivo en el lugar y poder aportar al mejoramiento de la seguridad alimentaria (como sustituto de las carnes, aportes nutricionales y económicos) de los pobladores del parcelamiento Santa Fé.

Además, los agricultores de la localidad dejan en el campo los residuos de cosecha del cultivo de maíz (olote y rastrojo), arroz (cascarilla y rastrojo) y el rastrojo del cultivo de ajonjolí, los cuales resultan ser materiales aptos para ser utilizados como sustratos en el cultivo de hongos. Por lo que esta investigación tiene como objetivo principal evaluar sustratos orgánicos de fácil acceso en la localidad, para la producción de hongos ostra *Pleurotus ostreatus*, considerando como objetivo específico, la determinación de la eficiencia biológica de cada uno de los sustratos en condiciones artesanales.

La implementación de este tipo de cultivo, no requiere de grandes extensiones de tierras ni grandes inversiones económicas por lo tanto se considera como una alternativa que la mayoría de los agricultores podrán implementar, dándole uso a los desechos de sus cultivos (rastros de diferentes cultivos y el olote de maíz).

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar cinco sustratos para el cultivo y producción del hongo *Pleurotus ostreatus* en Parcelamiento Santa Fé, Retalhuleu, Retalhuleu.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* en cinco sustratos orgánicos.
- Determinar la viabilidad económica de la producción del hongo con cinco sustratos producidos en la localidad.

V. HIPÓTESIS:

Ha. Al menos uno de los cinco sustratos a evaluar presentara mayor eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus*.

Ha. Al menos uno de los cinco sustratos a evaluar tendrá mayor rentabilidad económica en la producción de *Pleurotus ostreatus*.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El parcelamiento Santa Fé se localiza a 25.5 kilómetros al suroeste de la ciudad de Retalhuleu y 145.5 kilómetros de la ciudad capital, colinda al noroeste con el parcelamiento Caballo Blanco, al este con las aldeas la Guitara y la Tortuga y al sur con el parcelamiento Caballo Blanco. Sus coordenadas son 14° 27´ 47.86" latitud Norte y 90° 49´ 42.40" latitud oeste. Ver anexo tres (Diccionario Geográfico Nacional, s.f.).

El clima del lugar, en su totalidad, es cálido y por lo regular se presenta esta condición en todo el año, ya que se encuentra muy cerca de la costa del pacífico, a una altura de 249.75 pies (75 metros) sobre el nivel del mar (Diccionario Geográfico Nacional, s.f.).

En el parcelamiento Santa Fé, el 65% de la población se dedica a la agricultura, especialmente al cultivos de maíz, arroz, ajonjolí, banano, plátano y caña de azúcar (considerando que ésta última actividad fue tomada hace algunos años) y el 35% restante se dedica a diversas actividades, entre las que destaca la ganadería (Diccionario Geográfico Nacional, s.f.).

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó como material experimental, una cepa del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sembrado en semilla de sorgo para su comercialización y los sustratos orgánicos de olote de maíz, cascarilla de arroz, rastrojo de maíz, rastrojo de ajonjolí y rastrojo de arroz, dichos materiales son subproductos de cosechas anteriores en el parcelamiento Santa Fé, con productores del lugar.

6.3. FACTOR A ESTUDIAR

El factor a evaluar fue el conjunto de sustratos orgánicos que se producen como desechos en cultivos de la zona, en este caso: el olote de maíz, cascarilla de arroz, rastrojo de maíz, rastrojo de ajonjolí y rastrojo de arroz.

6.4. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Se recolectaron cuatro fuentes de materiales y se realizó un sorteo al azar para conformar la combinación de los sustratos en los diferentes tratamientos.

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado para determinar la mejor eficiencia biológica de cada sustrato orgánico para la producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*) fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
T1 = Testigo (olote de maíz)	Técnicamente es el raquis de las mazorcas del maíz.
T2 = cascarilla de arroz,	Son las diferentes capas del pericarpio del fruto de arroz.
T3 = rastrojo de maíz	Son los tallos de la planta de maíz, después de la cosecha.
T4 = rastrojo de ajonjolí	Son los tallos y hojas de la planta de ajonjolí, después de la cosecha.
T5 = rastrojo de arroz	Son los tallos y hojas de la planta de arroz, después de la cosecha.

6.6. MODELO ESTADISTICO

Según Reyes (1990), el modelo estadístico asociado al diseño es:

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

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental. (Eficiencia biológica).

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (sustrato biológico).

ε_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.


6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para fines del experimento se utilizó concretamente como unidad experimental dos bolsa de 25 lb. con sus respectivos sustrato y semilla de hongo *Pleurotus ostreatus*.

6.8. CROQUIS DE CAMPO

El experimento se distribuirá en campo de la siguiente manera:

T2R3	T3R1	T5R1	T4R3	T1R2
T3R2	T1R1	T4R4	T2R2	T5R3
T2R1	T5R2	T2R4	T3R3	T4R5
T4R2	T1R4	T5R4	T1R3	T3R5
T5R5	T1R5	T3R4	T4R1	T2R5



 NORTE

T1 = Testigo (olote de maíz) T2=cascarilla de arroz T3=rastrojo de maíz T4=rastrojo de ajonjolí
 T5 = rastrojo de arroz R1. . .R5 = Repeticiones

Cada unidad experimental consistió en dos bolsas de nylon transparente de 25 libras.

6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Fase I (Día 1) recolecta y preparación de sustratos:

- Se procedió a picar el material en trozos de 1 a 2 cm. En el caso del rastrojo de maíz y olote, para el rastrojo de ajonjolí y arroz, se dividieron las cañas en trozos no mayores de 2 cm., luego de dividir el material se procedió al llenado de las bolsas de 25 libras, de cada sustrato, por cada repetición.
- Se colocó el sustrato (rastrojo de maíz, olote, rastrojo de ajonjolí y arroz, cascarilla de arroz) en sacos de tela de manta, para la hidratación.
- En recipientes plásticos, con capacidad de 5 galones o más, colocar agua.
- Se introdujeron los sacos de tela de manta conteniendo el sustrato dentro de los recipientes con agua, durante un período de 24 a 48 horas, para hidratar (remojarse) el sustrato.

Fase II (Día 2), desinfección de sustratos:

Luego de la hidratación (remojado) del sustrato, se procedió a calentar suficiente agua, en un medio tonel para cubrir el material o sustrato sujeto a la desinfección, cuando la temperatura del agua fue de 90°C, se agregó los sacos de tela de manta, conteniendo el material o sustrato a desinfectar, se esperó que el agua hierva y mantener el sustrato sumergido en el agua hirviendo durante un tiempo de 30 minutos o más, finalmente se sacó el sustrato o material, para eliminar el exceso de agua, se esperó que se enfriara a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas.

Fase III (Día 3): Con las manos limpias, (lavarse las manos con agua y jabón, luego limpiarlas con alcohol y algodón hasta los codos) y vestimenta limpia se procedió a inocular el hongo de la siguiente manera: se prepararon 5 bolsas de nylon transparente con capacidad de 25 lb, para cada sustrato, combinando dos de estos homogéneamente; en cada bolsa se procedió a colocar una capa de 2 pulgadas de espesor de sustrato y se agregó la espora del hongo (*Pleurotus*) (semilla del hongo), aplicando después otra capa de sustrato de 2 pulgadas de espesor y luego la semilla, así se prosiguió hasta terminar el sustrato preparado para cada unidad, el cual se determinó al completar el volumen de cada bolsa de 25 libras; al terminar de inocular el hongo se sellaron las bolsas con un pedazo de Cinta adhesiva dejándole una cámara de aire a la bolsa; de esta manera se realizó la siembra en cada bolsa y en los cuatro sustratos, al finalizar la inoculación se rotuló cada bolsa con la fecha de inoculación y el número de bolsa.

Fase IV (Día 3): Luego de terminar el llenado de las bolsas de los diferentes tratamientos se colocaron sobre estantes construidos artesanalmente (los cuales se limpiarán y se desinfectarán antes de usarlos), durante esta fase se inicia la incubación del hongo, la cual se realiza en completa oscuridad, por lo tanto las bolsas del experimento se colocaron en un área completamente oscura durante un periodo de 21 días.

Fase V (Día 4): Al cuarto día de inoculado el sustrato (sembrado), con una hoja de afeitar esterilizada se procedió a abrir agujeros a las bolsas en la parte superior, para que inicie el intercambio gaseoso.

Fase VI (Día 21): A los 21 días el sustrato estará totalmente invadido por micelio del hongo, el cual se observó como una capa blanca que formara un estructura tipo pastel, por lo que se procedió a abrir una ventana de la infraestructura permitiendo el ingreso de luz (no luz solar directa) a la instalación, iniciando el mismo día el riego el cual se realizó 6 veces al día.

Fase VII (día 25): Luego de 25 días, se inició con la cosecha del hongo, el cual se realizó durante la mañana, para evitar la deshidratación, al mismo tiempo se procedió a tomar el peso por cada tratamiento. Para la toma de la variable en campo, la variable eficiencia biológica se tomó el peso seco de cada sustrato, así también se tomó el peso de la producción de hongos frescos, por cada unidad experimental, durante el tiempo que duro la cosecha del hongo.

6.10. VARIABLES DE RESPUESTA

Producción (rendimiento): Se obtuvo de acuerdo al peso fresco de los cuerpos fructíferos al momento de la cosecha.

Eficiencia Biológica: La cual se determinó al momento de las cosechas de los cuerpos fructíferos de los hongos, por medio de la fórmula:

$$\text{Eficiencia Biológica} = \frac{\text{Kg de hongos frescos}}{\text{Kg de sustrato seco}} \times 100$$

6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico.

La información se analizó por medio de análisis de varianza, utilizando el software estadístico FAUNL de la Universidad de Nuevo León, con una prueba de tukey al 95% de confianza, versión (Centurion 16.1.15 (XV) 28/11/11).

6.11.2 Análisis Económico.

Debido a que en el presente estudio no vario el costo de cada uno de los diferentes sustratos a evaluar (tratamientos), se realizó un análisis de presupuestos parciales. Para lo cual se llevó un control de gastos del experimento y al final se determinó el valor de las cosechas de hongos para cada tratamiento. Para este análisis se determinó primeramente la tasa mínima de retorno aceptable con la cual se comparó cada una de las tasas de retorno de cada tratamiento que hayan sido determinados como no dominados.

Durante todo el experimento se llevó un registro de gastos e ingresos para cada uno de los tratamientos, para realizar el cálculo de presupuestos parciales al final del experimento.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de hongo ostra, en los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos evaluados se sometieron a un análisis de varianza, para establecer si existen diferencias significativas y estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados, en el cuadro presentado en anexo tres, se describen los rendimientos y se puede observar que el T1 el que corresponde a tratamiento testigo y material olote de maíz obtuvo el mejor rendimiento respecto a los demás, y los tratamientos T2, T3 y T4 que corresponden a los materiales cascaría de arroz, rastrojo de maíz y rastrojo de ajonjolí en su orden respectivo, no muestran una diferencia en relación a la producción de carpoforos, no así en cuanto al T5 del material rastrojo de arroz del que no se obtuvo producción alguna, ya que dicho material no presentó las condiciones adecuada para la germinación del micelio del hongo, debido a que físicamente se compacto, guardando mucha humedad y las esporas del hongo entró en una fase putrefacción.

Con los datos de producción obtenidos se procedió a la realización de un análisis de varianza para constatar estadísticamente cual tratamiento presenta una mayor producción.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la producción de *Pleurotus ostreatus* en peso fresco.

F.V	SC	GI	CM	F	P – valor
Tratamiento	0.82	4	0.21	247.02	<0.0001
Error	0.01	16	0.00083		
Total	0.87	24			

CV = 8.11 %

Cuadro 5. Resumen de prueba de Tukey al 95% de confiabilidad en la variable producción de *Pleurotus ostreatus* en peso fresco.

Tratamiento	Medias en Kg	n	E. E.	
T1 Testigo (Olote de maíz)	0.51	5	0.01	A
T3 Rastrojo de maíz	0.44	5	0.01	B
T4 Rastrojo de ajonjolí	0.43	5	0.01	B
T2 Cascaría de arroz	0.40	5	0.01	B
T5 Rastrojo de Arroz	0.00	5	0.01	C

De acuerdo al análisis estadístico y tomando en cuenta el Coeficiente de variación (C.V.) fue de 8.11%, se puede deducir que estadísticamente el experimento fue bien manejado y valida que al menos uno de los tratamientos utilizados en el experimento presento un mayor rendimiento, siendo este el tratamiento T1 utilizado como testigo, de material orgánico olote de maíz, que supero significativa y estadísticamente al resto de los tratamientos, lo que demuestra ser un mejor sustrato para la germinación y desarrollo de micelios de hongos *Pleurotus ostreatus*, debido a la actividad microbiana que soporta, su capacidad de aeración, su contenido de agua, bajo el manejo y condiciones climáticas de la región de santa fe Retalhuleu.

Como se observa en el cuadro 6, la prueba de medias agrupa los tratamientos acorde a la importancia y diferencia estadística encontrada en la evaluación agrupándolos conforme al valor de la media general obtenida de las unidades experimentales, por tal razón los tratamientos T3, T4 y T2 presentan rendimientos estadísticamente similares por lo que podemos decir que cualquiera de estos sustratos puede ser utilizado obteniendo similar producción. Tomando en cuenta los factores ambientales y el manejo, los sustratos T3 (Rastrojo de maíz), T4 (Rastrojo de ajonjolí) y T2 (Cascarilla de arroz), presentaron las condiciones adecuadas para la bioconversión de la energía,

así como los nutrientes necesarios, para el desarrollo y crecimiento de carpoforos, por tal situación la producción fu muy similar en estos tratamientos.

7.1 EFICIENCIA BIOLOGICA

Según la eficiencia biológica promedio de cada uno de los tratamientos, descrita en el cuadro 6, podemos decir que el tratamiento que presento una mayor eficiencia biológica fue el rastrojo de ajonjolí, lo cual demuestra que este tipo de sustrato facilita la bioconversion de la energía y biodegradación por lo que proporciona las condiciones y nutrimentos necesarios para el buen desarrollo y producción del hongo *Pleurotus*. Debe tomarse en cuenta que no necesariamente en este experimento en particular el sustrato que permite una mayor producción de hongos es el sustrato que realiza una mejor eficiencia biológica, teniendo en cuenta que los volúmenes de sustratos evaluados en peso seco no fueron iguales pero si manteniendo la relación aritmética.

Cuadro 6. Eficiencia Biológica promedio de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Peso seco promedio sustrato en kg	Peso fresco promedio total en Kg.	% de Eficiencia biológica
T1 Testigo Olote de Maíz	3.18	2.53	79.55
T2 Cascaría de arroz	1.95	1.98	101.54
T3 Rastrojo de maíz	2.18	2.21	101.37
T4 Rastrojo de ajonjolí	1.86	2.17	116.66
T5 Rastrojo de Arroz	1.36	0	0

Con los datos obtenidos de la eficiencia biológica de cada una de los tratamientos, se realizó un análisis de varianza, para verificar estadísticamente cual de los tratamientos presenta una mayor eficiencia biológica.

Cuadro 7. Análisis de varianza de la Eficiencia Biológica de *Pleurotus ostreatus*.

F.V	SC	GI	CM	F	P – valor
Tratamiento	1734.45	4	433.61	83.07	<0.0001
Error	104.40	20	5.22		
Total	1838.85	24			

CV = 13.20 %

Cuadro 8. Resumen de prueba de Tukey al 95% de confiabilidad para el análisis de varianza de Eficiencia Biológica de *Pleurotus ostreatus*.

Tratamiento	Medias	n	E. E.		
T4 Rastrojo de ajonjolí	23.34	5	1.02	A	
T2 Cascaría de arroz	20.31	5	1.02	A	B
T3 Rastrojo de maíz	20.27	5	1.02	A	B
T1 Testigo (Olote de maíz)	16.54	5	1.02		B
T5 Rastrojo de Arroz	0.00	5	1.02		

C

Los resultados descritos anteriormente validan la hipótesis alternativa planteada en el experimento, lo que constituye que al menos uno de los tratamientos biológicos evaluados presenta una mayor eficiencia en comparación a los demás, siendo este el rastrojo de ajonjolí, mientras que los tratamientos T2 y T3, son similares en relación a la eficiencia biológica.

En base a las variables de respuesta producción y eficiencia biológica, debe notarse que el tratamiento de olote de maíz utilizado como testigo obtuvo una mayor producción debido a que presenta una mejor aireación y una buena regulación de agua, además por ser un sustrato que no se degrada tan fácilmente, lo que permite un buen desarrollo de carpoforos de *Pleurotus ostreatus*, caso contrario el rastrojo de ajonjolí que por presentar una textura fina, retiene una mayor cantidad de agua, dando lugar a la proliferación y actividad microbiana, degradación y bioconversión de la energía, lo que permite una mayor eficiencia biológica y degradación del sustrato, lo que contribuye a un menor rendimiento en la producción de carpoforos.

7.2 BENEFICIO/COSTO

Para el cálculo del análisis Beneficio Costo, se realizó un análisis parcial de costos en forma general, el cual se detalla en el anexo 4.

En la rentabilidad se enmarcan todos los gastos realizados (análisis de costos parcial) por cada uno de los tratamientos evaluados, teniendo en cuenta que los materiales orgánicos utilizados no tuvieron costo alguno, debido a que son desechos orgánicos de cosechas anteriores (Ver anexo 4). El beneficio costo se obtiene multiplicando la producción de cada tratamiento por el precio del mercado (ingresos), dividido el costo de producción de cada tratamiento (costo), entonces $B/C = \text{Ingresos (Q)}/\text{Costos (Q)}$, esta información permitió calcular el ingreso neto obtenido por cada tratamiento, lo cual proporciona la ganancia obtenida por cada quetzal invertido, como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 9. Análisis Beneficio/Costo de tratamientos utilizados para la producción de hongos *Pleurotus ostreatus*.

Tratamiento	Producción Kg	Precio Kg	Ingreso Q	Costos Q	B/C
Olote de Maíz	2.53	Q 66.00	Q 166.98	Q158.30	1.05
Cascaría Arroz	1.98	Q 66.00	Q 130.68	Q154.30	0.85
Rastrojo de maíz	2.21	Q 66.00	Q 145.86	Q156.30	0.93
Rastrojo de ajonjolí	2.17	Q 66.00	Q 143.22	Q154.30	0.93
Rastrojo de arroz	0.00	Q 66.00	Q 000.00	Q154.30	0.00

Según el cuadro beneficio/costo, podemos determinar que el tratamiento uno, el cual consiste en olote de maíz presento un mayor rendimiento, por lo tanto el beneficio costo es mayor a los demás tratamientos, en el que podemos decir que por cada quetzal invertido obtenemos una ganancia de cinco centavos, mientras que en los demás tratamientos se obtuvieron perdidas, debido a los rendimientos que presentaron los diferentes tratamientos fueron bajos, de acuerdo a los resultados observados en el cuadro anterior, se puede recomendar el tratamiento uno.

En el cuadro anterior describe los costos para todos los tratamientos, debido a que los sustratos utilizados son materiales de desechos y considerados subproductos de cosechas anteriores realizadas por los agricultores en el mismo parcelamiento, por lo que el costo de los sustratos es bastante bajo, ya que son recolectados a los alrededores, colocándoles solamente un costo de recolección por la mano de obra, debe considerarse que este costo general es específico y exclusivo solo para este experimento en particular, sin tomar en cuenta que algunos activos como tonel y nylon que pueden ser utilizados en una próxima producción, el valor de adquisición estaría incluido en este, por lo que se puede reducir su costo e incrementar el beneficio costo de cada tratamiento en una próxima evaluación.

VIII CONCLUSIONES

- De los tratamientos evaluados, ninguno superó en rendimiento al testigo (olote de maíz), el que presentó la mayor producción, confirmándose como uno de los mejores sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, por lo que se considera un material apto para la producción.
- El rastrojo de ajonjolí fue el tratamiento que presentó una mayor eficiencia biológica.
- El olote de maíz obtuvo una relación beneficio/costo positiva de 1,05, lo que significa que por cada quetzal invertido se obtienen cinco centavos de beneficio, mientras que en los demás tratamientos fueron negativas.

IX RECOMENDACIONES

- Para la producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en esta zona, se recomienda continuar realizando investigación con diferentes sustratos considerados de desecho, que logren superar en rendimiento al obtenido en olote de maíz, utilizado como testigo, y que permite obtener un mayor rendimiento (Kg) y un mayor beneficio económico (beneficio/costo 1.05), en este experimento debe considerarse que algunos materiales utilizados son reutilizables, por lo tanto para un próximo ensayo se reducirán los costos de producción y por ende se incrementara el beneficio económico en una próxima cosecha.

X BIBLIOGRAFÍA

Aldana M., A. 2,000. Evaluación de la eficiencia de producción del inóculo primario del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cepa ECS 0110, en cinco granos, a nivel de laboratorio. Tesis lic. Ing. Agr. Guatemala. USAC.

Calderón S., F. 2,001. Propiedades Físicas Químicas de sustratos, Bogotá D.C. Colombia. Consultado el 10 de marzo 2,006. Disponible en www.drcalderonlabs.com

De León; R. etal. 2,000. Planta productora hongos comestibles en Guatemala. Rev. Mex. Mic. (4): 297-301.

Diccionario Geográfico Nacional. (s.f.) Parcelamiento Santa Fé. Retalhuleu. Consultado 10/09/2014. Disponible en: <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=9553>

García R., D. A. 2,000. Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC.

Godoy, M; Carmen, R. 1,997. Cultivo de una cepa mexicana de *Pleurotus ostreatus*. Madrid España.

Granados R., E.O. 2007. El Cultivo del Hongo Ostra. Programa de Apoyo al Desarrollo Rural en Chichicastenango –PADERUCHI-. 11 p.

Macaya L., A. V. 1,998. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* y especies afines, Fungi: *Pleurotaceae* sobre medios naturales semi-estériles. Revista de Biología Tropical. (C. R.).

Palacios D.C. (s.f.). Producción artesanal de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) utilizando como sustrato la pulpa de café. Centro de Investigaciones en café. Asociación Nacional del Café. ANACAFE. Guatemala. 19 p.

[Pleurotus ostreatus - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

[Pleurotus ostreatus: Taxonomy and history by Fabián García ...](#)

Prensa Libre, Guatemala, publicación del 19 de abril de 2006.

Quintero A. J. M. (en línea) Producción de hongos ostra en la Meseta Central de Guatemala. Consultado el 25 de enero de 2015. Disponible en:

Reyes C., P. 1990. Diseño de experimentos aplicados a la agricultura. 3 ed. Distrito Federal, Mex., Trillas. 348 p.

Reyes H., M. 2,001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales. Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

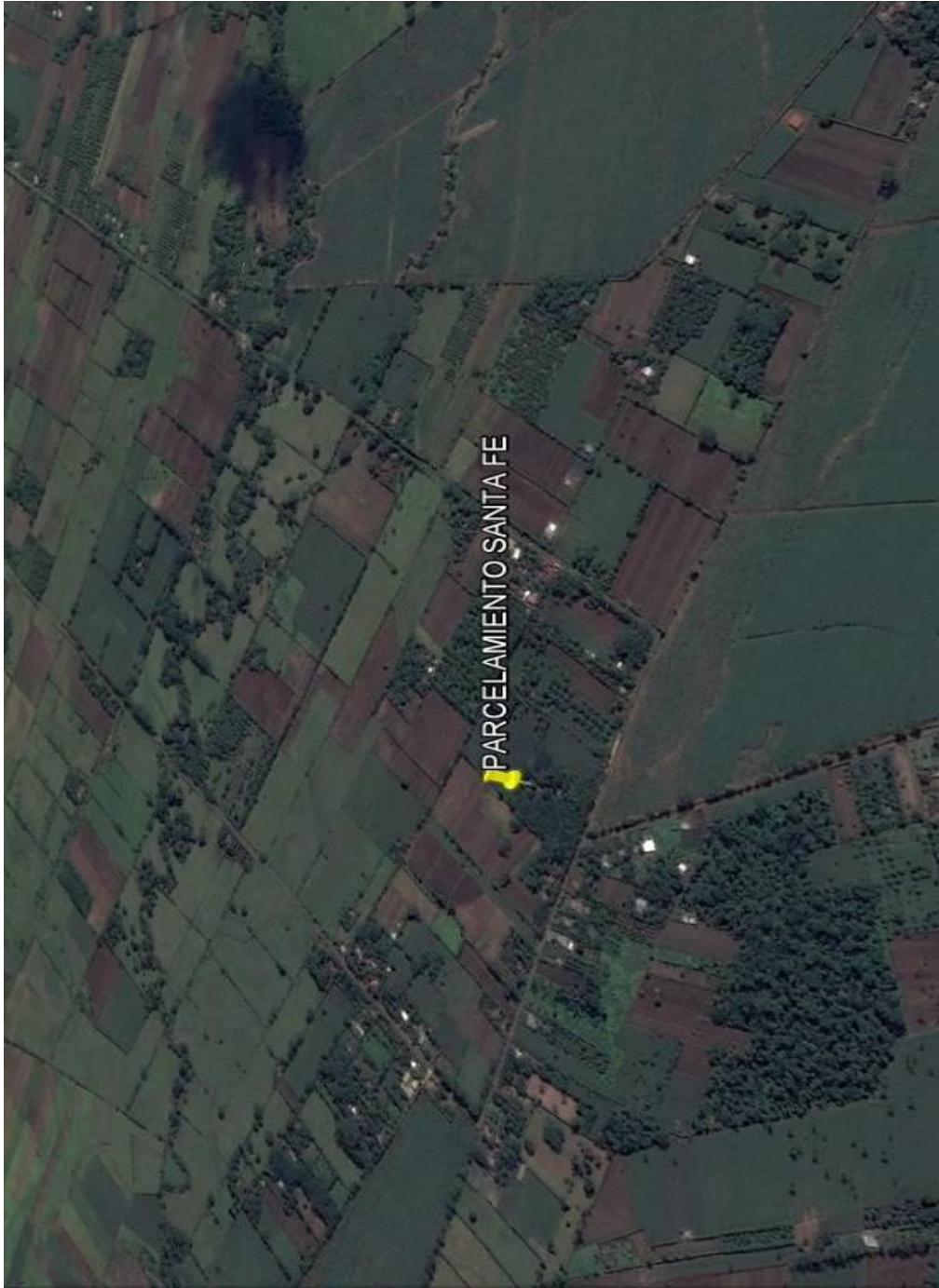
Rojas D., E.A. 2004. Evaluación de paja de trigo (*Triticum sativum*), broza de encino (*Quercus* sp.) y rastrojo de maíz (*zea mys*) para el cultivo del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) bajo condiciones artesanales, en San Rafael La Independencia, Huehuetenango. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC.

Sanchez Vasquez, J; E. 1,994. Producción de hongos comestibles. México, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste.

Santos, A.R. (2008) Evaluación de cinco sustratos orgánicos sobre el nivel de producción del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*; agaricales pleurotaceae), en la Finca Concepción, departamento de Escuintla. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar de Guatemala. págs. 36.

XI. ANEXOS

ANEXO 1: Ubicación del parcelamiento Santa Fé, Retalhuleu, Retalhuleu.



ANEXO 2: Diseño de módulo de producción de hongos comestibles, a implementar en el parcelamiento Santa Fé, Retalhuleu.



Materiales Para Modulo

- 4 reglas de madera de 2x3 pulg.
- 2 láminas galvanizadas de 7 pies.
- 12 metros² de nylon negro.
- 6 reglas de madera de 1x2 pulg.
- ½ libra de tachuelas.
- 2 metros² de nylon azul.

Materiales para anaquel

- 4 reglas de madera de 2 x 2 pulg.
- 4 reglas de madera de 1 x 2 pulg.
- 1 libra de clavos de 3 pulg.
- 2 tablas de 12 pies.



Anexo 3. Rendimiento acumulado de peso fresco de carpóforos de hongos *Pleurotus ostreatus* sp. en kilogramos por unidad experimental.

Repetición	T1 (olote de maíz)	T2 (cascarilla de arroz)	T3 (Rastrojo de maíz)	T4 (Rastrojo de ajonjolí)	T5 (Rastrojo de arroz)
R1	0.60	0.45	0.50	0.51	0
R2	0.66	0.41	0.48	0.46	0
R3	0.51	0.39	0.43	0.42	0
R4	0.33	0.36	0.41	0.40	0
R5	0.43	0.37	0.39	0.38	0

ANEXO 4. Costo general para la producción de hongos pleurotus de forma artesanal para cinco tratamientos utilizando materiales de desechos orgánicos.

Descripción	Precio	Medida	Cantidad	Total
Semilla de Hongos	Q.25.00	libras	12	Q 300.00
Alcohol	Q 20.00	Litro	01	Q 20.00
Nylon negro	Q 9.00	Yarda	20	Q 180.00
Nylon azul	Q 10.00	Yarda	02	Q 20.00
Bolsas de arroba	Q 0.25	Unidad	50	Q 12.50
Leña	Q 15.00	Manojo	03	Q 45.00
Tonel	Q 90.00	½ tonel	01	Q 90.00
Cloro	Q 18.50	Litro	01	Q 18.50
Guantes	Q 1.00	Par	05	Q 5.00
Stikers	Q 0.25	Unidad	50	Q 12.50
Atomizador	Q 15.50	Unidad	01	Q 12.50
Maskin tape	Q 08.00	Rollo	01	Q 8.00
Gel antibacterial	Q 17.50	Unidad	01	Q 17.50
TOTAL				Q 741.50

ANEXO 4. Costo de producción de hongos pleurotus de forma artesanal por cada tratamiento utilizando materiales de desechos orgánicos.

Tratamiento	Costo de sustrato Q	Costo promedio Q	Costo total/tratamiento Q
Olote de Maíz	Q 10.00	Q 148.30	Q 158.30
Cascaría Arroz	Q 6.00	Q 148.30	Q 154.30
Rastrojo de maíz	Q. 8.00	Q 148.30	Q 156.30
Rastrojo de ajonjolí	Q. 6.00	Q 148.30	Q 154.30
Rastrojo de arroz	Q. 6.00	Q 148.30	Q 154.30

XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades realizadas en la siembra del hongo *Pleurotus ostreatus*.

No.	Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
1	Colecta y preparación de sustratos					
2	Desinfección de sustratos					
3	Siembra					
4	Hacer respiraderos a las Bolsas					
5	Quitar la bolsa al sustrato					
6	Riego					
7	Mantenimiento					
8	Cosecha					