

UNIVERSIDAD DEL VALLE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO PARA LA
PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA *PLEUROTUS OSTREATUS*

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por
Jorge Alejandro Marroquín Jiménez
para optar al título universitario de ingeniero en Tecnología Agrícola y Pecuaria en
el grado académico de Licenciado

Guatemala
2018

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO PARA LA
PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRAL *PLEUROTUS OSTREATUS*

UNIVERSIDAD DEL VALLE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería

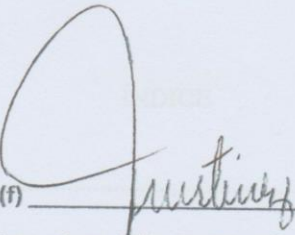


EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO PARA LA
PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA *PLEUROTUS OSTREATUS*

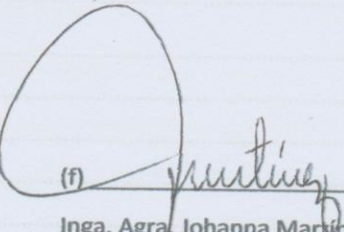
Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por
Jorge Alejandro Marroquín Jiménez
para optar al título universitario de ingeniero en Tecnología Agrícola y Pecuaria en
el grado académico de Licenciado

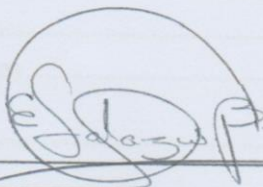
Guatemala
2018

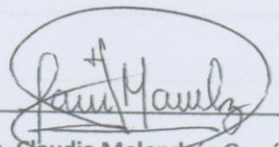
Vo. Bo:

(f) 
Inga. Agra. Johanna Martínez Ortiz
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) 
Inga. Agra. Johanna Martínez Ortiz

(f) 
Ing. Agr. Elmer Vitelio Salazar

(f) 
Inga. Agra. Claudia Melendrez García

Fecha de aprobación: Santa Lucía Cotzumalguapa, 08 de Marzo del 2018 /

ÍNDICE

	Página
Listado de cuadros	VI
Lista de ilustraciones.....	VII
Resumen.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. JUSTIFICACIÓN	5
V. MARCO TEÓRICO	6
A. GENERALIDADES DE UN HONGO.....	6
B. ¿QUÉ ES UN HONGO?.....	7
C. TIPOS DE HONGOS	7
D. HONGO OSTRA (<i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>).....	9
VI. Marco metodológico	19
A. LOCALIZACIÓN	19
B. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	19
VII. Resultados	27
VIII. Análisis de resultados.....	33
IX. Conclusiones	34
X. Recomendaciones	36
XI. Referencias bibliográficas	37
Anexos	40

LISTADO DE CUADROS

	Página
1. Descripción de tratamientos	21
2. Distribución de tratamientos	21
3. Rendimiento del hongo ostra	27
4. Análisis de varianza para variable de rendimiento	28
5. Prueba de Tukey	28
6. Eficiencia biológica	29
7. Análisis de comparación calidad visual	30
8. Análisis de diámetro de hongo ostra	30
9. Análisis de varianza para variable diámetro	31
10. Significancia para variable de diámetro	31
11. Análisis beneficio/costo	32

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Página
1. Mapa de Finca La Industria	19
2. Unidad experimental	22
3. Gráfica comparativa de eficiencia biológica	29

RESUMEN

La producción de hongo ostra en Guatemala, se muestra como un alimento alternativo para sustituir alimentos que están fuera del alcance de las familias del área rural. La producción es efectuada en distintos sectores de la población rural del país, para los que es una costumbre la recolección de hongos alimenticios y desarrollados sin manejo agronómico dirigido. Estos hongos son obtenidos en diferentes épocas del año, en lugares donde existe mayor humedad ambiental 70 – 80%, apropiada para su desarrollo y proliferación.

Debido a la importancia económica y alimenticia que genera la producción de hongo ostra, se evaluó la eficiencia de tres tipos de subproductos agrícolas, como lo son; olote de maíz (*Zea mays*), fibra de coco (*Cocos nucifera L.*), y cascarilla de café (*Coffea arabica*). Los cuales son fáciles de encontrar y reutilizar como sustrato inerte.

La toma de datos se realizó al momento de la cosecha, tomando registros como: peso, diámetro, color, carne y peso seco del sustrato. Datos que fueron contrastados contra los que indica la teoría de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada.

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Escuintla, Escuintla, en la Finca la Industria, que se encuentra a 800 metros de la cabecera departamental. Entre los meses de (julio – septiembre), debido al tiempo necesario para llegar a la cosecha del hongo ostra.

Con esta investigación se calculó: rendimiento, eficiencia, calidad visual y relación de beneficio-costos de la producción de hongo ostra.

I. INTRODUCCIÓN

Según el informe nacional de la Encuesta Mundial de Avances del Programa de Acción de la Conferencia Internacional de la Población y Desarrollo 2016, en Guatemala la población crece a un ritmo del 2.4% anual y los índices de desnutrición crónica son de los más altos en la región. De acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano (2013), Guatemala ocupa la posición 133 entre 187 países clasificados, y en la región centroamericana se ubica en el último lugar. El estudio "Evaluación de la pobreza en Guatemala", del Banco Mundial, señala que el país fue capaz de reducir la pobreza de un 56% al 51% entre 2000 y 2006. No obstante, cifras oficiales del 2011 indican que la pobreza subió a un 53.7%. (Donado, 2014, p. 21).

Por lo consiguiente las cifras referentes a la pobreza nacional van en aumento en la actualidad, debido a esto es de suma importancia crear herramientas de desarrollo sostenible, para las poblaciones que no tienen acceso alimenticio y económico. La producción de hongo ostra puede ser una alternativa alimenticia por su alto valor nutritivo y económico.

Los hongos del género *pleorutos* y especie *ostreatus*, son hongos que pueden reproducirse en diferentes desechos de la industria agrícola guatemalteca. Cuentan con un gran aporte nutricional y es de buena aceptación para quienes lo consumen y producen. Según Ardón, 2004, este cultivo es de mayor aceptación en regiones del altiplano, puesto que puede ser cultivado en una gran variedad de desechos industriales como lo son, cascarilla de café, cáscara de cacahuate, paja de trigo, broza de encino, cascarilla de arroz etc., llevando a cabo su producción, posterior a su cosecha, los sustratos pueden ser incorporados al suelo como una fuente de abono orgánico.

La composición nutricional de *Pleurotus* varía dependiendo del tipo de sustrato en el que se cultive, los minerales (potasio, sodio, fósforo, cadmio, etc.), se concentran en los cuerpos fructíferos, el contenido de proteínas del mismo está relacionado con la cantidad de nitrógeno que el sustrato posee. Su contenido de grasas y carbohidratos es bajo, posee vitaminas B1, B2, tocoferol, cobalamina, carotenos, entre otros. Todas las características anteriores lo hacen valioso para la alimentación de los guatemaltecos. (Donado, 2014, p. 1).

La realización de cultivos de hongos alimenticios requiere del empleo de sustratos adecuados para su crecimiento y desarrollo. En el caso de *Pleurotus ostreatus*, se tiene conocimiento que, al menos en el medio guatemalteco, existen materiales lignocelulósicos que reúnen las características físicas y químicas apropiadas para su cultivo. Por ello implica la necesidad de evaluar fuentes que puedan ser empleadas como sustratos, dada su abundancia y/o disponibilidad, y sobre todo por poseer características de fácil biodegradación y sustentabilidad. (Ardón, 2004, p. 15).

Actualmente en Escuintla, no se han realizado investigaciones en base a la producción del hongo ostra. Por tal motivo se contempló la necesidad de realizar este estudio tomando en cuenta las actividades agrícolas practicadas en la costa sur del país; identificado la producción y aprovechamiento de subproductos, tales como: Olote de maíz (*Zea mays*) fibra de coco (*Cocos nucifera L.*) y cascarilla de café (*Coffea arabica*)

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Evaluar el potencial de tres sustratos, para la producción del hongo *ostra* (*Pleurotus ostreatus*) en el municipio de Escuintla.

B. Objetivo específicos

- Determinar el rendimiento del hongo ostra sobre los sustratos olote de maíz, cascarilla de coco y cascarilla de café.
- Determinar la eficiencia de los tres tipos de sustratos en la producción de hongo ostra.
- Evaluar la calidad visual del hongo ostra en los tres tipos de sustratos.
- Determinar la relación de beneficio-costos con base en la producción de hongo ostra en cada sustrato evaluado.

III. HIPÓTESIS

- Al menos uno de los sustratos permitirá obtener un mayor rendimiento en la producción del hongo ostra.
- Al menos uno de los sustratos será más eficiente en la producción del hongo ostra.
- Al menos uno de los sustratos producirá un hongo de mejor calidad visual.
- Por lo menos con uno de los sustratos a evaluar, la relación beneficio-costos en la producción del hongo ostra, será mayor.

IV. JUSTIFICACIÓN

Según el informe de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia de la República de Guatemala (2016): “El municipio de Escuintla, cuenta con un índice de 29.9% de pobreza en general y un 4.3% de pobreza extrema, aumentado su índice cada año”. (p.1). Siendo esto unas de las consecuencias principales de la falta de oportunidades que existe en el país, que no solo detiene el acceso al consumo de alimentos sino también el aporte económico para el sustento familiar.

Sin embargo en el departamento de Escuintla, el sector agrícola es una de las mayores fuentes de empleo, el cual ha venido trascendiendo año con año, con la implementación de nuevas tecnologías y utilización de subproductos que quedan al alcance de la población, mismas que puede utilizarse para crear alternativas de cultivos que sean económicamente viable.

La producción de hongo ostra, se muestra como una alternativa de mejora en la calidad de vida, haciendo énfasis en los beneficios del cultivo, mostrando un elevado valor nutritivo y buenas características organolépticas siendo este un producto de total aceptación para el consumo.

Por lo consiguiente, para contribuir a la generación de nuevas oportunidades de mejora económica de la población, se evaluó el potencial de tres sustratos olote de olote maíz, fibra de coco y cascarilla de café, para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), evaluados en base a: rendimiento, eficiencia y calidad nutricional.

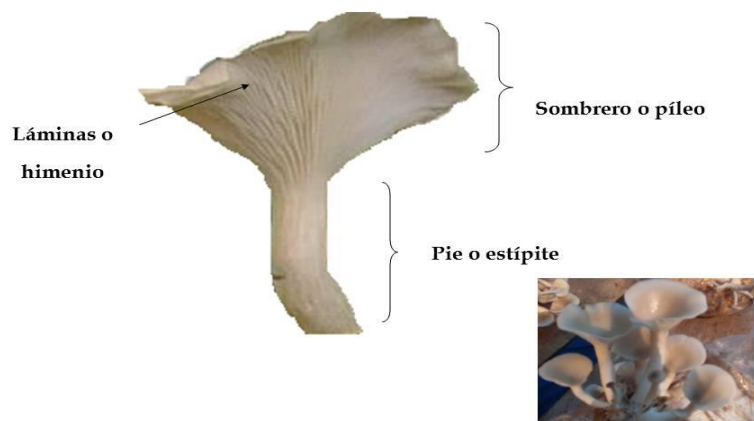
V. MARCO TEÓRICO

A. Generalidades de un hongo

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 de los hongos filamentosos está constituido por filamentos delgados llamados hifas, las que presentan crecimiento apical y en conjunto integran el micelio. Los hongos se dividen en microscópicos y macroscópicos. En el caso de los hongos macroscópicos, el micelio está representado por la masa de apariencia algodonosa y por lo regular blanquecina que forman un cuerpo de reproducción. Dentro de los hongos macroscópicos se encuentran los ascomicetes y basidiomicetes, los cuales presentan una reproducción asexual y/o sexual. (López, 2013, p.4)

Morfología de *Pleurotus ostreatus*

Hongo seta, orejas blancas, orejas de palo, orejas de patanca, orejas de cacahuete y orejas de izote



Se ha demostrado que los hongos son el grupo de organismos más numerosos en la tierra después de los insectos. En efecto, se calcula que hay más de 1,500,000 especies de hongos, por lo que su impacto en el medio es enorme. La diversidad de estos organismos, favorece que se desarrollen en un sin fin de hábitats, por lo que bien se dice que los hongos están en todas partes. La importancia ecológica de los hongos, reside en que estos organismos crecen sobre la materia orgánica, la cual degradan para su alimentación, esto hace que los hongos vivan en cualquier medio y aunado a sus bajos requerimientos nutricionales. (Guzmán,1997, P.1).

B. ¿Qué es un hongo?

Los hongos son un grupo de seres vivos diferentes de las plantas y de los animales, razón por la cual se clasifican en un reino aparte llamado Fungí. La ciencia que los estudia se llama Micología. Poseen gran capacidad de adaptación y pueden desarrollarse sobre cualquier medio o superficie, tanto en los bosques como en las ciudades. Se reproducen por medio de esporas, las cuales son diseminadas principalmente por el viento y por el agua. Texto tomado por un estudio realizado el Instituto Nacional de Biodiversidad. (s.f. p.1).

C. Tipos de hongos

Según Urrea, L.(2013). “Los hongos son organismos importantes en el reciclaje de la materia orgánica en la naturaleza y en la nutrición de muchas plantas y animales. Se dividen en tres grupos de acuerdo a su nutrición: parásitos, saprófitos y micorrícicos” .(p.1-4).

- Los parásitos: Son aquellos que obtienen beneficio alimentario perjudicando el metabolismo, fisiología o anatomía de un organismo huésped.
- Los hongos aprófitos: Son aquellos que se nutren de la materia en descomposición. Los micorrícicos son los que se unen simbióticamente a la raíz de una planta para beneficiarse mutuamente.
- Los hongos micorrícicos: Se subdividen en dos grupos: los endomicorrícicos, asociados principalmente a plantas de clima cálido y plantas herbáceas y arbustivas; y los ectomicorrícicos, que se asocian a plantas forestales de climas templados a fríos. La asociación resulta altamente beneficiosa para las plantas por el incremento de la absorción de agua y nutrientes del suelo, así como por la protección que recibe contra patógenos y por las hormonas sintetizadas en el sistema simbiótico.
- Los hongos ectomicorrícicos: Forman estructuras que aumentan el tamaño en las raíces tróficas que infectan (llamadas micorrizas), las cuales se caracterizan por la presencia de una cobertura micelial o manto en la superficie de las mismas. Los hongos ectomicorrícicos no pueden desarrollarse por sí solos en el suelo, ya que necesitan de la raíz trófica de la planta para obtener compuestos carbonados, principalmente glucosa.

Por consiguiente, existen más de 50 especies de hongos comestibles, que se cultivan o se pueden cultivar en el mundo en menor a mayor grado: entre estas se pueden encontrar: *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes*, *Volvarieua votvacea* y *Pleurotos ostreatos*.

Principalmente el *Pleurotus ostreatus*, se pueden colonizar el rastrojo y degradar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa. Estos hongos son considerados agentes primarios de descomposición, porque son capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma natural sin que hayan sido sujetas a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica.

D. Hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*)

Para Fernández (2012). “El hongo de mayor importancia comercial dentro de este género, tiene un olor y sabor agradable. Además, se encuentra ampliamente distribuido en zonas templadas y se adapta bien a un amplio rango de climas y sustratos por lo que también se puede cultivar en el trópico”. (p.6).

1. Características morfológicas: De acuerdo con Carvajal (citado por, Miranda, 2013). “señala que el cuerpo de las setas se constituye principalmente de: sombrero, pie reducido y láminas”. (p.3).
 - Sombrero (Píleo): Tiene forma de paraguas, más o menos circular, su desarrollo se da en forma de una ostra u oreja. El color es muy variable, crema, blanco grisáceo, pardo, etc. La carne blanca es de olor fuerte, tierno al principio y después correoso.
 - Láminas (Himenio): Están dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie.

- Pie (Estípite): Es firme, blanco, pubescente en la base. Muy corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, con el principio de las laminillas en la parte de arriba.

De acuerdo con los criterios taxonómicos de Sánchez y Royse. (Citado por, Martínez, 2014).

Las características, muy variables para la identificación de un hongo son:

- El color: Existen hongos de coloración roja, rosácea, café, blanca, etc. El color es una característica de suma importancia para la identificación de los hongos, ya que permite diferenciar especies.
- El píleo o sombrero: Puede encontrarse gran variedad de formas como: embudo, campanulado, plano, convexo, cilíndrico, giboso, etc. Tener variaciones sobre sus márgenes, pueden ser dentados, enrollados, levantados, etc. La textura del píleo puede presentar sensaciones de humedad, ser mucilaginoso, aceitoso, sedoso, tener escamas, vellosidades, estrías, brillantez u ornamentaciones (cavidades, grietas, arrugas, espinas, etc.)
- El estípite o tallo: Algunos hongos pueden no tener estípite. Cuando lo tienen puede estar ubicado justo abajo del centro del píleo, de manera lateral o excéntrica. Puede presentar rizoides. La forma y la textura del estípite varía, puede ser bulboso, torcido, rígido, liso, quebradizo, leñoso, flexible, etc.
- La estructura que forma el himenio: Las láminas (su forma, tamaño, densidad, la unión con el estípite), la presencia de dientes o poros.

- El olor y el sabor del hongo: Aunque esta característica es de importancia secundaria, ayuda a la confirmación de algunas especies en particular. El olor puede ser agradable, imperceptible, nauseabundo, etc.

2. Valor nutricional: Sánchez y Royse (Citado por Martínez 2014) los hongos ofrecen un alimento de un sabor no despreciable y variable según las especies. El mayor constituyente en ellos, es el agua, la cual es variable en cada especie, pero va del 70 al 95%, dependiendo de su consistencia. El contenido de proteínas es menor que el de la carne, su contenido en carbohidratos y grasas es bajo; para el caso de las grasas este va del 0.05 al 2 %; los carbohidratos del 43 al 78 %, por lo que es considerado un alimento con bajas calorías. (p.10).

Los hongos son ricos en varias vitaminas tales como ácido ascórbico (C), ácido nicotínico y pantoténico, riboflavina (B2), el contenido de minerales es de 2.6 a 6.5 % constituido por calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio. De estos, los que se encuentran en mayor cantidad son el fósforo y el potasio. (Martínez, 2014, p.10).

En su investigación. Según, Chang y Miles. (2004). El hongo ostra, es uno de los géneros que contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales y minerales, también en su estructura está formado por vitaminas como la tiamina (B1), ácido ascórbico; ácido fólico, tocoferol, pirodoxina, cobalamina y provitaminas como la ergosterina y carotenos; así también otra serie de aminoácidos esenciales. Ancestralmente se ha estimado a los hongos como alimento de calidad debido a su sabor, textura apreciable y sobre todo el alto valor alimenticio. En la actualidad los hongos juegan

un papel importante en la nutrición del hombre, al igual que la carne de pescado, frutas y vegetales. (p.27).

De acuerdo a López, (citado por Miranda, 2013). El hongo ostra ha sido reconocido desde hace mucho tiempo por su valor nutricional:

- Sus proteínas, contienen todos los ácidos aminados (alanina, el ácido glutámico y la glutamina), con una calidad muy cercana a la proteína animal.
- Tiene un contenido elevado de carbohidratos de 57% y 14% de fibra cruda, de los cuales el 47% es fibra dietética.
- Los hongos absorben todos los minerales que contiene el sustrato donde son cultivados, por lo general contienen buena cantidad de fósforo, potasio y calcio en menor cantidad.
- Los contenidos de ácido ascórbico (vitamina C), son muy altos, hasta de 90 a 144 mg/100 g del peso seco por lo que pueden ser una muy buena fuente de antioxidantes y agentes reductores para el uso de medicamentos y complementos nutricionales.

3. Clasificación taxonómica del hongo ostra: Según Kumm. (s.f). La clasificación taxonómica del hongo ostra se divide en:

- División: basidiomycota
- Subdivisión: basidiomycotina
- Clase: homobasidiomycetes
- Subclase: agaricomycetidae
- Orden: tricholomatales (Agaricales)
- Familia: pleurotaceae
- Especie: ostreatus

4. Reproducción: Los hongos se reproducen por esporas. Los hongos superiores poseen unas células madre localizadas en el himenio, son las encargadas de producir las esporas. En el caso de los Basidiomicetes a estas células madre se les denomina Basidios, mientras que las células madre de los Ascomicetes son los Ascos. Las esporas se depositan en un lugar cuyas condiciones sean favorables dará origen al micelio. Este crecerá bajo tierra o entre la hojarasca, se ramificará y se entremezclará con los micelios de otras esporas. En el terreno donde las condiciones del medio sean más adecuadas crecerá una seta que portará en su himenio los ascos o basidios que expulsarán al exterior las esporas, dando lugar de nuevo al ciclo reproductor del hongo. (Midívil, 2013, p. 9-10).

5. Factores importantes para el manejo de hongo ostra: Existen factores importantes que se deben de tomar en cuenta al momento de llevar a cabo la producción de hongo ostra, entre ellos; luz, temperatura, humedad, sustrato. Las plagas, enfermedades y el riego como las delimitantes para llevar a cabo la reproducción.

Según Urrea, 2013: Mencionan dos tipos de plagas que puede afectar la producción de hongo ostra.

a) Plagas:

- Colémbolos: Son insectos diminutos ápteros que forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en el interior de la parte comestible o carpóforo. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay debajo del píleo.
- Dípteros: En general, el daño lo causan sus larvas que se comen las hifas del micelio... hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros. destacan alguna especie de mosquitas de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila*, y moscas del género *Megaselia*.

b) Enfermedades:

- Hongos: el principal hongo que puede competir con el género *Pleurotus* es el hongo telarañero (*Dactyliu dendroides*). Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas cubriéndolas con un micelio blanquecino, primero menos denso y luego denso y harinoso.

En las partes viejas del hongo ostra pueden formarse puntos rojizos. Estos se vuelven blancos, amarillento-parduscos, y esto puede causar la aceleración de su descomposición.

c) Bacteria

- Bacterias: *Pseudomonas tolaasii*, es una bacteria que ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación hasta las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillento-parduzco o anaranjados, acaban pegajosos y si la temperatura y la humedad son altas se pudren pronto y huelen mal.

Pseudomonas tolaasii



d) Riego

- Durante el ciclo del cultivo del hongo, debe tenerse mucho cuidado de mantener la humedad aproximadamente de 70 a 80%, dentro de las bolsas en el módulo. Esto se logra haciendo aspersiones de agua limpia, pura y sin cloro, con atomizador manual todos los días o a cada dos días dependiendo de la temperatura del lugar. Cuando la siembra del hongo se hace en época de verano, es posible que haya necesidad de hacer uno o dos riegos durante la incubación. El riego se debe hacer por medio de la ventana cubierta con gasa y durante la producción, se hace también por todos los cortes que se hacen a la bolsa. Debe mojarse el piso del módulo

para mantener la humedad requerida y favorecer el desarrollo del hongo. (Cruz, López, Pascual y Battaglia, s/f. p. 148).

6. Generalidades de los sustratos: Los sustratos son utilizados como fuentes de alimento los hongos descomponedores de la materia, estos cuentan con las cualidades y cantidades de nutrientes necesarios para el desarrollo de los hongos y estos puedan cumplir sus funciones que están relacionadas al crecimiento, regulación y por producción del mismo.

- Se desea que sean estables químicamente:

Baja o nula salinidad < 3 mS (milisiemens)

pH neutro (5 a 6.5)

- Capacidad de intercambio catiónico:

Capacidad de retener cationes nutrientes o intercambiarlos con la solución acuosa.

- pH:

Su valor afecta la disponibilidad de los iones para la planta.

7. Características deseables para los sustratos:

- Retención de un porcentaje de humedad.
- Que no se degraden o que si lo hacen, que sea lentamente.
- Preferentemente de colores oscuros.
- Que no contengan microorganismos perjudiciales.

- Que no estén contaminados por desechos industriales o humanos.
- Que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar en las áreas donde se establecerá el cultivo.
- Que se pueda manejar con facilidad y sin peligro o daño para quienes lo manipulan.
- De costo rentable.

8. Propiedades de los diferentes sustratos

- a. Olote de maíz (*Zea mays*): Se conoce como olote de maíz, un tejido esponjoso y blanco que representa la médula donde se almacenan las reservas alimenticias del cereal. Está compuesto en base seca por celulosa (45 %), hemicelulosa (35 %) y lignina (15 %), de los cuales la hemicelulosa se compone mayoritariamente por xilano de olote (28-35 % base seca). Saha y Bothast. (Citado por, Robledo, Aguilar y Montañez, 2012, p. 4).

- b. Cascarilla de coco (*Cocos nucifera L*): sus principales propiedades son: pH. 5, Nitrógeno total de 0.51%, Fosforo total 0.20%, Potasio 0.60%, Calcio 1.40%, Magnesio 0.20%, Sodio 0.187% y Hierro 0.206. También es un material muy rico en carbono C/N =100, lo que le otorga una gran resistencia a la degradación, así como una gran estabilidad. (Toj, 2008, p. 14).

- c. Cascarilla de café (*Coffea*): sus propiedades, carbohidratos 57.8%, fibra 0%, grasa 2%, cafeína 1.03%, proteínas 9.2%, taninos 4.5%. (López, Reyes, Rodríguez y Aguilar, 2011, p. 6).
- d. El sustrato de olote de maíz fue cortado en trozos de 5 a 8 centímetros, la fibra de coco fue colada al igual que la cascarilla de café.

VI. MARCO METODOLÓGICO

A. Localización

El estudio se realizó en el municipio de Escuintla, Escuintla, en la Finca la Industria, ubicada en la cabecera departamental, cuenta con una temperatura promedio de 28 C, a 347 msnm y una precipitación media de 3319mm.



14°17'42.4"N 90°47'28.4"W
14.295099, -90.791222

B. Metodología experimental

- Diseño experimental

Esta investigación estuvo constituida por tres tratamientos, cada uno con 5 repeticiones, para un total de 15 unidades experimentales, con las cuales se realizó la evaluación de los sustratos bajo un diseño al irrestricto azar

Las unidades experimentales fueron distribuidas en forma aleatoria, para que todas tuvieran la misma oportunidad de ocupar cualquier espacio dentro de la investigación.

- Modelo estadístico

El modelo estadístico - matemático para este diseño experimental fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Ecuación 1.

Donde:

Y_{ij} = Respuesta de la i -ésima variable.

μ = Media general

τ_i = Efecto asociado al i -ésimo sustrato

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental

- Unidad experimental

Cada unidad experimental consistió en 1 bolsa conteniendo 3.62 kg de sustrato húmedo. Estas unidades se colocaron a 1.5 metros sobre el suelo, con calles de 1.0 metros. El módulo total medirá 3.0 metros de largo por 3.0 metros de ancho.

- Tratamientos

Cuadro No. 1. Descripción de sustratos.

Número de tratamiento	Sustrato	Color de cinta de identificación
T1	Olote de maíz	Verde
T2	Cascarilla de coco	Amarilla
T3	Cascarilla de café	Rojo

- Distribución de los tratamientos en el módulo

Cuadro No. 2 Distribución de los tratamientos.

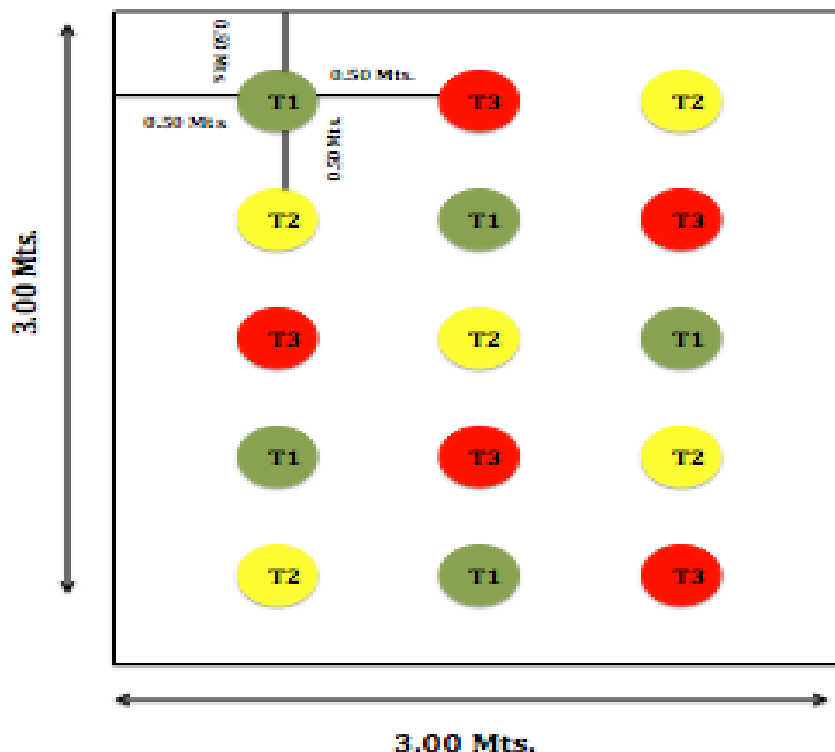
No. De tratamiento	Sustrato	No. de bolsas por tratamiento/repetición	Cantidad de espacio por bolsas de tratamiento
T1	Olote de maíz	1 bolsas de 3.62 kg. c/u	50 cm. De espacio entre bolsas de tratamiento
T2	Cascarilla de coco	1 bolsas de 3.62 kg. c/u	50 cm. De espacio entre bolsas de tratamiento
T3	Cascarilla de café	1 bolsas de 3.62 kg. c/u	50 cm. De espacio entre bolsas de tratamiento

- Detalle de unidad experimental

La unidad experimental en donde se efectuó la investigación, tuvo un área neta de 9 metros cuadrados (3x3 m), que estuvo dividido por 3 módulos con un espacio de 1 m. entre ellos; cada módulo estuvo compuesto de 5 repeticiones con distancia entre tratamiento de 60 cm cada uno.

En dicha área se ubicaron los 3 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, cual establece un total de 15 repeticiones, de las cuales fue recolectado el producto (hongo) de cada tratamiento, para establecer el contenido neto de cada uno de ellos. Acorde a los resultados obtenidos se demostró rendimiento, eficiencia y calidad visual. La distribución se realizó a través de números de la generación de aleatorios como se ilustra en la siguiente gráfica.

Figura No. 1. Detalle unidad experimental



- Variables de respuesta
 - Rendimiento (kg): la variable rendimiento por sustrato empleado, se midió con una balanza, a los 40 días después de la siembra como materia seca.
 - Eficiencia biológica (%): para expresar el grado de bioconversión de energía a partir de la biodegradación del sustrato, el concepto generalmente aceptado es la eficiencia biológica; que es la relación en porcentaje, entre el peso fresco de hongos producidos y el peso seco de sustrato empleado. Una eficiencia biológica del 100 por ciento es equivalente a decir que de un sustrato con un contenido de agua de 75%, el 25% de su peso húmedo fue recogido en carpóforos frescos, cuyo contenido de agua es en promedio 90 por ciento. Ardón (2004, p. 32).

Ecuación 2.

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de los hongos}}{\text{Peso seco del sustrato}} \times 100$$

- Calidad visual: fue medido según el color, tamaño y criterios.

La toma de datos se realizó al momento de la cosecha, evaluando criterios como el diámetro del hongo, color y carne. Los datos fueron contrastados contra los que indica la teoría de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada.

Herramientas de análisis

- Se utilizaron las herramientas estadísticas de Minitab; para realizar el método de Varianza ANOVA, siendo presentado en una tabla de síntesis, así mismo; se hizo uso de los gráficos de barras para segmentar los resultados conjuntamente a una tabla de resumen general de la evaluación.
- Se utilizó la prueba de medias de Tukey al 5%, para determinar diferencias significativas.

Manejo del experimento:

- Semilla:

Micelio de *Pleurotus ostreatus*, se adquirió en: soluciones Agroecológicas, zona 11 Guatemala.

- Sustratos

Los tres materiales que se utilizaron para el estudio fueron recolectados en distintas casas de venta y producción.

- Olote de maíz: Fue adquirido en una de las localidades que se encuentran en el mercado central de Escuintla.
- Fibra de coco: Fue adquirido en el mercado local.

- Cascarilla de café: Fue adquirida de la finca San Sebastián, ubicada en el área de San Miguel Dueñas.

En la fase de pre tratamiento, olote de maíz, fibra de coco y cascarilla de café, después de recolectarse, se colocaron en un área donde no fueran contaminados. Se eliminó cualquier contaminante, al clasificarse, se pasaron a costales de manta y fueron sumergidos en un tonel con agua durante un día para limpiar los materiales orgánicos e inorgánicos indeseables.

Un día después de realizarse el proceso de la desinfección, se sumergieron los sustratos en un tonel con agua con cal, siendo esto reposado durante 24 horas, esto con el objetivo de desinfectarlos. Estos fueron colocados a temperatura ambiente durante 12 horas para eliminar el exceso de agua.

Se trabajó en condiciones asépticas desde la manipulación de los materiales utilizados, realizando una buena esterilización del área con cloro y pasteurizando los materiales.

- Prevención: Se realizaron aberturas en las puntas de las bolsas para evitar la excesiva humedad. Se colocó nylon negro en la ventana principal del módulo, con el objetivo de evitar la entrada de luz y el ingreso de otros contaminantes.

- **Inoculación:** La inoculación del sustrato con el micelio se realizó al voleo, la cual consistió en mezclar 250 gr de micelio y 3.62 Kg de sustrato húmedo. Luego de ser mezclados estos fueron sembrados en una bolsa transparente de polietileno de 25 libras de capacidad.
- **Incubación:** Los tratamientos se incubaron hasta notar que el micelio invadió todo el sustrato de cada repetición. Por tal razón el módulo fue totalmente cubierto para evitar la luminosidad dentro del mismo. La fase de incubación hizo un tiempo de 15 a 21 días.
- **Inducción:** Se realizaron perforaciones en las bolsas para que favorezcan la ventilación y humedad al interior, de esta manera incrementa el crecimiento de primordios. Se quitó el nylon negro de la ventana, colocando agribon, que es una cubierta de tela no tejida hecha de polipropileno que permitió el ingreso de luz y ventilación. Al momento de llevarse a cabo la fructificación se inició el riego siendo aplicado mediante un atomizador para mantener la humedad relativa de 70% y una temperatura entre 24 a 28 °C.
- **Cosecha:** La cosecha de hongos se realizó cuando los carpóforos alcanzaron su desarrollo y el tamaño adecuado para su consumo o comercialización, estos fueron cosechados al final del día 40, luego de la inoculación. Estos se cortaron con una cuchilla limpia, desinfectada y bien afilada. El corte se realizó en la parte basal del hongo sin dañar la bolsa o afectar a los nuevos brotes.

VII. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los tres sustratos, de los cuales, la fibra de coco no propició condiciones favorables para el desarrollo del micelio y por ende para la formación y desarrollo de los hongos. Según Roselló G, 1999, la fibra de coco requiere de una elevada cantidad de Nitrógeno que es compensada con la fertilización lo cual señala que el cultivo que se realiza con el sustrato presenta problemas debido a su alta acidez; y en otros estudios por su alto porcentaje de hierro.

Según Taveira H 2005. “El sustrato de fibra de coco posee características hidrófilas o de alta “remojabilidad” lo que permite una significativa reducción de la cantidad de agua requerida en el riego” por lo cual no se puede descartar su uso en otros proyectos.

Rendimiento del hongo ostra (Kg)

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de producción de *Pleurotus ostreatus* por tratamiento evaluado.

- Rendimiento de *Pleurotus ostreatus* (kg)

Cuadro No. 3 Rendimiento del hongo ostra.

Tratamiento	Repeticiones					X/Tratamiento Kg	Media Kg
	1	2	3	4	5		
Fibra de coco	0	0	0	0	0	0	0
Olote de maíz	1.22	1.28	1.2	1.25	1.3	6.25	1.25
Cascarilla de café	1.53	1.45	1.46	1.45	1.5	7.39	1.478

El análisis de varianza en el cuadro muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 4: análisis de varianza para la variable rendimiento (kg) del hongo comestible ostra (*Pleurotus ostreatus*), con tres tipos de sustratos.

Cuadro No.4 Análisis de varianza para variable de rendimiento .

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamiento	6,331613333	2	3,16581	3197,78	4,3145E-17	3,88529
Error Experimental	0,01188	12	0,00099			
Total	6,343493333	14				

Utilizando la prueba de medias de Tukey al 5% se determinó que el mejor rendimiento de hongos en fresco se obtuvo utilizando el sustrato de cascarilla de café. En el Cuadro No. 3 se observa la clasificación para los diferentes tratamientos, el sustrato de cascarilla de café en primer lugar con un rendimiento de 1.48 kg, en comparación con el sustrato de olote de maíz con un rendimiento de 1.25 kg, lo que refleja mejor respuesta por parte del hongo con relación a su rendimiento.

Cuadro 5: Prueba de Tukey al 05% de significancia, para la variable rendimiento (kg) del hongo comestible ostra, con tres tipos de sustratos.

Cuadro No. 5 Prueba de tukey.

Tratamiento	Rendimiento (kg)	Tukey
Cascarilla de café	1.48	A
Olote de maíz	1.25	B
Fibra de coco	0	C

EFICIENCIA (%)

Con el rendimiento en peso fresco de carpóforos por unidad experimental y los 1.28 kg de peso seco del sustrato, se empezó a calcular la eficiencia biológica para cada tratamiento.

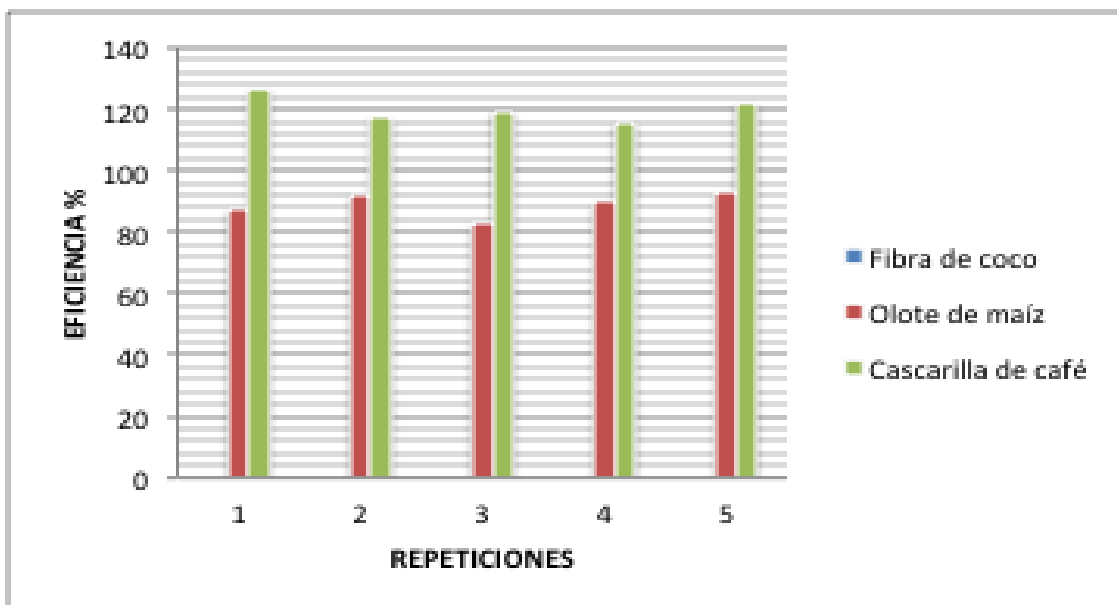
Cuadro No 6: Eficiencia biológica (porcentaje) del hongo comestible ostra, con tres tipos de sustratos.

Cuadro No.6 Eficiencia biológica.

Tratamiento	Repeticiones					Total	Media
	1	2	3	4	5		
Fibra de coco	0	0	0	0	0	0	0
Olote de maíz	87,5	92,16	82,81	89,84	93,15	446,08	89,21
Cascarilla de café	126,56	117,18	119,53	115,62	121,87	600,76	120,15

En la Figura 2: se muestra una comparación de la eficiencia biológica (en porcentaje) de la producción de hongo ostra, obtenida en los sustratos evaluados.

Figura No. 2 Gráfica comparativa de la eficiencia biológica.



En relación a los resultados obtenidos reflejados en el recuadro anterior, la cascarilla de café presenta mayor eficiencia biológica obteniendo 120% seguido del olote de maíz con 89.21% y por último la fibra de coco que no presentó eficiencia biológica.

Calidad visual

Kumm ,p. (s.f) En su investigación hace énfasis que según el tamaño del sombrero es variable, pudiendo desarrollarse de 5 a 15 centímetros. El color muestra diferencia que suelen ser grises, blancos o pardos dando lugar a la creación múltiple de variedades, con carne consistente y tenaz de color blanco, olor fúngico suave.

Cuadro No. 7 Análisis de comparación calidad visual.

Descripción	Referencias	Resultados
Diametro del hongo	5 - 15 cm	6,74 cm
Color	Blanco, gris claro o pardo	Blanco
Carne	Consistente y de color blanco	Consistente y de color blanco

- Diámetro del hongo ostra (cm) tratamiento.

Cuadro No. 8 Análisis de diámetro del hongo ostra.

Tratamiento	Repeticiones					Total	Media
	1	2	3	4	5		
Fibra de coco	0	0	0	0	0	0	0
Olote de maíz	5,4	5,1	5,7	6	5,8	28	5,6
Cascarilla de café	6,3	6,8	6,5	7,2	6,9	33,7	6,74

El análisis de varianza (Cuadro 9), muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

- Análisis de varianza para el variable diámetro (cm) del hongo comestible ostra, con tres tipos de sustratos.

Cuadro No.9 Análisis de varianza para la variable diámetro.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamiento	130,1453333	2	65,07266667	787,169	1,8738E-13	3,8852938
Error	0,992	12	0,082666667			
Total	131,1373333	14				

En el Cuadro 9 se observa que el sustrato cascarilla de café propició el mayor diámetro de sombrilla, cuantificando un valor promedio de 6.74 cm/hongo, que representa más que el sustrato de olote de maíz con el que se obtuvieron hongos con diámetro promedio de 5.60 cm, indicando que el sustrato influyó en el desarrollo del diámetro de los carpóforos.

Cuadro 10 Prueba de Tukey al 05% de significancia para la variable diámetro (cm) del hongo comestible ostra, con tres tipos de sustratos.

Cuadro No.10 Significancia para variable diámetro.

Tratamiento	Diametro (cm)	Tukey
Cascarilla de café	6.74	A
Olote de maíz	5.6	B
Fibra de coco	0	C

Beneficio/ costo

Los costos se determinaron por cada uno de los tratamientos (anexos) evaluados en el experimento, bajo las siguientes condiciones.

- Área de 9m².
- Se calculó el costo de inversión de los 3 tratamientos por separado.
- La producción promedio por tratamiento se calculó utilizando los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos evaluados.
- El precio de venta del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) fue de Q 44.04 el kg.

Por las condiciones anteriores, se presenta el Cuadro 11, donde se observa cada tratamiento con respecto a su producción, precio de venta, ingresos, costos y beneficio / costo.

Cuadro No. 11 Análisis beneficio/costo.

	Kg.	Q/Kg.	Q	Q	
Tratamiento	Producción	Precio	Ingresos	Costos	B/C
Fibra de coco	0	44,04	0	154,75	0
Olote de maíz	6,25	44,04	275,25	146,75	1,87
Cascarilla de café	7,39	44,04	325,45	142,75	2,27

Basado en el análisis beneficio/costo, el cuadro muestra que el sustrato cascarilla de café brinda un mayor beneficio económico obteniendo como resultado Q 2.27 lo que indica por cada quetzal invertido se recibirá Q 2.27.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante el proceso de investigación se pudo determinar en los resultados, que el rendimiento del sustrato fibra de coco no produjo, por lo cual no existe rendimiento para su implementación en la cosecha del hongo ostra; puesto que en su implementación puede llegar a contener altos porcentajes de hierro lo cual no permite su producción y de igual forma es susceptible a contraer la presencia del hongo *Penicilium*.

Sin embargo el sustrato con mayor rendimiento obtenido fue el de cascarilla de café con un rendimiento del 1.48 kg esto debido a que tiene una alta capacidad de retención de humedad y oxigenación en comparación con el sustrato de olote de maíz que obtuvo un rendimiento de 1.25 kg.

Se evaluaron los tres sustratos de los cuales la cascarilla de café fue el que obtuvo un mayor porcentaje de eficiencia con un 120.15 %; para su análisis se utilizaron los datos de peso fresco del hongo y peso seco del sustrato, en comparación al olote de maíz que tuvo un 89.21% y la fibra de coco que no obtuvo resultados.

De acuerdo a la calidad visual se pudo determinar mediante un estudio comparativo basado en la teoría y resultados obtenidos, se pudo incidir que los carpóforos tienen una medida promedio de 6.74 cm con un color blanco y de carne consistente.

Para el análisis beneficio/costo se puede observar que el sustrato cascarilla de café se determinó como el mayor beneficio/ costo, debido a que tuvo una tasa de retorno de Q 2.27 lo que nos indica que por cada quetzal invertido recibirá Q 2.27, en comparación al olote de maíz que tuvo Q 1.27.

IX. CONCLUSIONES

Se determinó que uno de los sustratos obtuvo mayor rendimiento de cultivo de hongo ostra, siendo el sustrato de cascarilla de café con 1.48 kg de hongo por bolsa de 3.62 kg de sustrato, el cual responde a la hipótesis establecida, que efectivamente, uno de los sustratos permitió obtener un mayor rendimiento en la producción del hongo ostra, a comparación de la fibra de coco que no presentó resultados y el sustrato de olote de maíz que obtuvo como rendimiento de 1.25 Kg.

De acuerdo al objetivo de determinar la eficiencia de los tres tipos de sustratos en la producción de hongo ostra, se concluyó que el sustrato de cascarilla de café, muestra una eficiencia de 120.15% a lo que indica que es el sustrato con mayor eficiencia en la producción del hongo ostra; por lo consiguiente el olote de maíz que obtuvo un 89.21% y la fibra de coco 0%.

En la calidad visual se concluye de acuerdo a los resultados de su evaluación, que la producción de hongos ostra con el sustrato cascarilla de café, obtuvo como resultado una coloración blanca, con un diámetro de 6.74 cm en el carpófago, lo cual indica que su tamaño y coloración efectivamente es la indicada y de carne consistente que convierte su sabor en un producto favorable para la cocina, siendo estos los que mejores resultados obtuvieron de acuerdo a su calidad visual. No obstante del sustrato de olote de maíz que obtuvo en su producción, hongos con un diámetro promedio de 5.60 cm, este no varió en su color y consistencia y de la misma forma su calidad visual es favorable. A diferencia del sustrato fibra de coco que no presentó producción.

Con base en la relación beneficio costo, se concluyó que la producción de hongo ostra en el sustrato cascarilla de café obtuvo como beneficio un resultado de Q 2.27 es decir que por cada

quetzal invertido se obtuvieron Q 2.27 siendo este sustrato el de mayor B/C. Con una diferencia significativa al sustrato olote de maíz que obtuvo un beneficio costo de Q 1.87.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de cascarilla de café para la producción de hongo ostra, por ser un sustrato de fácil obtención, mayor rendimiento expresado en kg y mayor beneficio económico.

Realizar un estudio con la implementación de la fibra de coco convencional e industrial, puesto que la fibra de coco convencional contiene altos porcentajes de hierro 0.2% el cual no permite el desarrollo del hongo.

Se recomienda utilizar la desinfección de los sustratos con cal hidratada en relación de $\frac{1}{2}$ libra de cal por cada 25 libras de sustratos, dejándolo reposar durante 24 horas y luego destilar por 12 horas antes de su implementación.

Evaluar la mezcla de los diferentes sustratos con la finalidad de obtener diferentes resultados.

El olote de maíz como sustrato para la producción de hongo ostra presenta resultados positivos, sin embargo demanda frecuencia de riego. Al momento de realizar la siembra se puede percibir espacios vacíos dentro de la bolsa, por lo que esto retrasa su colonización, por esta razón, se recomienda mezclar cascarilla de café con olote de maíz.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardón, C.(2004) *Evaluación de pericarpio de Jacaranda (Jacaranda mimosaeifolia) y pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), para el cultivo artesanal del hongo ostra (Pleurotus ostreatus, Ecosur-0112).* (Tesis de grado). Recuperado el 08 de mayo del 2017, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2138.pdf
- Chang, S. Miles, P. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact.* Ed. 2. Recuperado el 08 de mayo del 2017, de <https://sayedmaulana.files.wordpress.com/2011/02/mushrooms.pdf>
- Cruz, D. López, E. Pascual, L. Battaglia, M.(s/f.) Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie: *Pleurotus ostreatus*. Recuperado el 08 de mayo del 2017, de <http://dx.doi.org/10.12895/jaeid.20103/4.16>
- Donado, T. (2014). *Evaluación de tres sustratos para la producción de hongo ostra (Pleurotus ostreatus); Moyuta, Jutiapa.* (Tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala
- Facultad de Agronomía, Universidad San Carlos de Guatemala.(2013). Producción de hongos ostra en la Meseta Central de Guatemala. Recuperado el 08 de mayo del 2017, de http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Producción_de_hongos_ostra_en_la_Meseta_Central_de_Guatemala

Fernández, G. (2012). *Evaluación de las cáscaras de Jatropha curcas L. (Euphorbiaceae) como sustrato para el cultivo de tres especies de hongos ostra: Pleurotus spp., P. ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kummer y P. pulmonarius (Fr.) Quéll., Pleurotaceae.* (Tesis de Grado). Recuperado el 08 de mayo del 2017, de:

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2278/1/34111.pdf>

Grupo Banco Mundial. (2017). *Guatemala: panorama general.* Recuperado el 11 de mayo del 2017, de <http://www.bancomundial.org/es/country/guatemala/overview>

Guzmán, G. (1997). *Los Hongos Y El Hombre: Biodiversidad E Impacto Ecológicos, Social Y Económico.* Recuperado el 11 de mayo del 2017, de:

<http://www.comprendamos.org/alephzero/11/loshongosyelhombre.html>

Instituto Nacional de Biodiversidad. (s.f.). *Hongos de Costa Rica.* Recuperado el 11 de mayo del 2017, de <http://www.inbio.ac.cr/papers/hongos/intro.htm>

Kumm, P. (s/f). *Pleurotus Ostreatus.* Recuperado el 11 de mayo del 2017, de <http://www.fungipedia.org/hongos/pleurotus-ostreatus.html>

Martínez, D. (2014). *Producción de tres especies de Pleurotus spp. Utilizando diferentes sustratos;* Nuevo Progreso, San Marcos. (Tesis de grado). Recuperado el 11 de mayo del 2017, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/17/Martinez-Daniel.pdf>

- López, C.(2013) *Efecto de dos Sustratos en la Productividad y Calidad Nutricional del Hongo Pleurotus ostreatus (Jacq.) Kumm.* (Tesis de grado). Recuperado el 08 de mayo del 2017, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6476/62753%20MAGDALENO%20LOPEZ%2C%20CORAQUETZALI%20%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Miranda, M.(2013) *Evaluación del sustrato post-producción de hongos comestibles, (Pleurotus Ostreatus) en la alimentación de cuyes.* (Tesis de grado). Recuperado el 18 de mayo del 2017, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2997/1/17T1176.pdf>
- Midívil, J.(2013). *Hongos (fungí) en Aragón.* Recuperado el 18 de mayo del 2017, de <http://www.pasapues.es/naturalezadearagon/hongos/index.php>
- Secretaria de planificación y programación de la presidencia de la Republica de Guatemala.(s.f). Informe: *índice general de pobreza general y extrema por municipio.* Recuperado el 08 de mayo del 2017, de:
http://www.segeplan.gob.gt/downloads/IndicePobrezaGeneral_extremaXMunicipio.pdf
- Robledo, A. Aguilar, C. Montañez, J. (2012) *Uso del olote de maíz como sustrato microbiano para la obtención de xilanasas.* Recuperado el 08 de mayo del 2017, de <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%207/7.html>
- Toj, O. (2008). *Caracterización Física, mecánica y química de fibras de desecho del fruto de coco, para utilización en matrices fibro-reforzadas.* (Tesis de grado). Recuperado el 18 de mayo del 2017, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2896_C.pd

XII. ANEXOS

PLAN DE TRABAJO

Semanas	jul-17				ago-17			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza y desinfección del área y recolección de sustrato								
Pre tratamiento e inoculación del micelio e identificación de los tratamientos.								
Observación de la incubación del micelio								
Perforación de las bolsas, implementación del agrípon a la ventana y riego								
Cosecha y recolección de datos								

COSTOS DE PRODUCCIÓN

SISTRATO DE COCO				
Descripción	Precio	Unidad de medida	Cantidad	Total
Micelios	Q. 25.00	Libra	2.75	Q68.75
Bolsa de arroba	Q0.40	Unidad	5	Q2.00
Fibra de coco	Q0.50	Libra	40	Q20.00
Cal	Q1.00	Libra	1	Q1.00
Lana	Q2.50	Unidad	1	Q2.50
Lazo	Q7.00	Unidad	1	Q7.00
Nylon negro	Q15.00	Yarda	2	Q30.00
Atomizador	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Aguja capotera	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Mascarilla	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Guantes	Q. 1.00	Unidad	1	Q1.00
Cloro	Q2.50	Unidad	1	Q2.00
Jabón	Q7.50	Unidad	1	Q7.50
Gel antibacterial	Q10.00	Unidad	1	Q10.00
TOTAL				Q154.75

SISTRATO DE OLOTE DE MAIZ				
Descripción	Precio	Unidad de medida	Cantidad	Total
Micelios	Q. 25.00	Libra	2.75	Q68.75
Bolsa de arroba	Q0.40	Unidad	5	Q2.00
Olole de maíz	Q0.30	Libra	40	Q12.00
Cal	Q1.00	Libra	1	Q1.00
Lana	Q2.50	Unidad	1	Q2.50
Lazo	Q7.00	Unidad	1	Q7.00
Nylon negro	Q15.00	Yarda	2	Q30.00
Atomizador	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Aguja capotera	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Mascarilla	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Cloro	Q2.50	Unidad	1	Q2.00
Guantes	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Jabón	Q7.50	Unidad	1	Q7.50
Gel antibacterial	Q10.00	Unidad	1	Q10.00
TOTAL				Q146.75

SUSTRATO DE CASCARILLA DE CAFÉ				
Descripción	Precio	Unidad de medida	Cantidad	Total
Miscelios	Q. 25.00	Libra	2.75	Q68.75
Bolsa de arroba	Q0.40	Unidad	5	Q2.00
Cascarilla de café	Q0.20	Libra	40	Q8.00
Cal	Q1.00	Libra	1	Q1.00
Lana	Q2.50	Unidad	1	Q2.50
Lazo	Q7.00	Unidad	1	Q7.00
Nylon negro	Q15.00	Yarda	2	Q30.00
Atomizador	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Aguja capotera	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Mascarilla	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Cloro	Q2.50	Unidad	1	Q2.00
Guantes	Q1.00	Unidad	1	Q1.00
Jabón	Q7.50	Unidad	1	Q7.50
Gel antibacterial	Q10.00	Unidad	1	Q10.00
TOTAL				Q142.75