



**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA -CONCYT-
SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA-SENACYT-
FONDO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA -FONACYT-
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-**

INFORME FINAL

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL HONGO OSTRAL
Pleurotus ostreatus BAJO CONDICIONES ARTESANALES UTILIZANDO
RESTOS DE COSECHA EN EL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, CHIQUIMULA.**

PROYECTO FODECYT No. 47-2013

ING. AGR. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN
Investigador principal

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2016.



AGRADECIMIENTO

La realización de este trabajo, ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología -FONACYT-, otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT-, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT-.

RESUMEN

La producción rural de hongos comestibles es una alternativa nutricional, económica y ecológica que permite aprovechar subproductos de varios cultivos, así como residuos de industrias alimentarias. El potencial de la producción rural de hongos comestibles es significativo, ya que existen en distintas regiones guatemaltecas sociedades y organizaciones campesinas e indígenas con posibilidades para desarrollarla.

A través de la historia, los campesinos del municipio de Camotán, Chiquimula han basado su agricultura en cultivos tradicionales como el maíz (*Zea mays*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris*), actividades cuyo resultado ha sido destinado al autoconsumo.

El objetivo general del proyecto fue generar procesos locales de desarrollo económico y sostenible. La idea principal es que dichas comunidades sean introducidas a el cultivo de hongos, con infraestructuras muy básicas y en base a sustratos orgánicos procedentes de desechos de otros cultivos agrícolas y por tanto prácticamente sin coste alguno.

La población beneficiaria de este proyecto fue conformada principalmente por pequeños agricultores y población campesina de distintas aldeas del municipio de Camotán, Chiquimula, con quienes se elaboraron módulos de producción artesanales, se brindó capacitación constante y asesoría técnica en el desarrollo de las habilidades de producción de hongos de los pobladores participantes, se elaboró un manual que contenida una guía básica de las actividades a realizar para establecer un área productiva.

Se evaluaron, restos de cosecha de maíz y frijol como sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*, las cuales clasificaron a los restos del cultivo de frijol como el sustrato con mejores condiciones para la producción en el municipio de Camotán, Chiquimula.

Se espera que este trabajo sea el punto de inicio para realizar más investigaciones a nivel local principalmente enfocadas a la utilización de los recursos de bajo costo para la producción comercial de hongos comestibles en Guatemala.

SUMMARY

Rural edible fungus is a nutritional, economic and ecological alternative that takes advantage of products of various crops and waste from food industries. The potential of rural production of edible fungi is significant, as there are in different societies and regions Guatemalan peasant and indigenous organizations with the potential to develop it.

Throughout history, farmers of Camotán, Chiquimula, have based their agriculture on traditional crops such as corn (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*), which has resulted in activities intended for consumption.

The main project objective was to generate local processes of economic and sustainable development. The main idea is that these communities are brought to mushroom cultivation, with very basic infrastructure and substrates based on organic waste from other crops and therefore virtually no cost.

The target population of this project was primarily made up of small farmers and rural population from different villages of Camotán, Chiquimula, with whom modules artisanal production were developed, ongoing training and technical assistance was provided in the development of production skills fungi participants settlers, a manual that contained a basic guide to the activities undertaken to establish a productive area was developed.

They were evaluated crop residues of corn and beans as substrates for the production of *Pleurotus ostreatus*, which classified the bean crop residues as the substrate to improve conditions for production in the municipality of Camotán, Chiquimula.

It is expected that this work is the starting point for more research locally mainly focused on the use of low-cost resources for commercial production of edible mushrooms in Guatemala.

INDICE GENERAL

Contenido:	No. de pag.
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
SUMMARY.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
PARTE I.....	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Antecedentes.....	3
1.2.2 Justificación.....	6
1.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	7
1.3.1 OBJETIVOS.....	7
1.3.1.1 Objetivo General.....	7
1.3.1.2 Objetivos Específicos.....	7
1.3.2 HIPOTESIS.....	7
1.4 METODOLOGIA.....	8
1.4.1 Localización.....	8
1.4.2 Las Variables.....	9
1.4.2.1 Variables dependientes.....	9
A. Siembra.....	9
B. Incubación.....	10
1.4.2.2 Variables independientes.....	11
A. Construcción de instalaciones artesanales.....	11
B. Colocación del sustrato.....	12
1.4.3 Indicadores.....	13
A. Fructificación.....	13
B. Cosecha.....	15
1.4.4 Estrategia metodológica.....	17
1.4.4.1 Población y Muestra.....	17
1.4.5 El método.....	17
A. Colecta de materiales.....	19
B. Operaciones preliminares de tipo general:.....	20
B.1 Preparación del sustrato de siembra.....	20
B.2 Desinfección de los sustratos.....	21
B.3 Cuidados durante la siembra y la incubación.....	21
1.4.6 La técnica estadística.....	22
A. Evaluación de los materiales.....	22
1.4.12 Variables a medir:.....	23
1.4.7 Los instrumentos a utilizar.....	24
A. Jornadas de capacitación.....	24
B. Visitas de campo.....	26
C. Asesoría técnica.....	27
PARTE II.....	28
2.1 MARCO TEORICO.....	28

Contenido:	No. de pag.
2.1.1 Características de <i>Pleurotus ostreatus</i>	28
2.1.2 Aspectos sobre hongos comestibles	29
2.1.3 Valor nutritivo de los hongos.....	29
2.1.4 Proceso de producción.....	31
2.1.4.1 Obtención de semilla.....	31
2.1.4.2 Preparación de la semilla madre	32
2.1.4.3 Preparación del grano.....	32
2.1.4.4 Esterilización	33
2.1.4.5 Inoculación con cultivo micelial.....	33
2.1.4.6 Preparación de las instalaciones	34
2.1.4.7 Condiciones que se requieren para el cultivo.....	35
Época de Siembra	35
Requerimientos Climáticos.....	35
Preparación del sustrato	35
Operaciones preliminares de tipo general:	36
Desinfección de los sustratos.....	37
Fermentación aerobia.....	37
Esterilización y semiesterilización térmica.....	39
Colocación del sustrato	39
2.1.4.8 Siembra	39
2.1.4.9 Tasa de inoculación	41
2.1.4.9 Área de siembra.....	41
2.1.4.10 Incubación	42
2.1.4.11 Cuidados durante la siembra y la incubación.....	43
2.1.4.12 Colocación de las Bolsas.....	44
2.1.4.13 Fructificación	44
2.1.4.14 Cosecha	45
2.1.4.15 Almacenamiento.....	45
2.1.4.16 Plagas.....	46
Colémbolos.....	46
Dípteros	46
2.1.4.17 Enfermedades.....	46
Telaraña (<i>Dactylium dandroides</i>) (= <i>Cladobotryum dandroides</i> , <i>Hypomyces</i> <i>rosellus</i>).	46
<i>Pseudomonas tolaasii</i> (= <i>P. fluorescens</i>).	47
PARTE III.....	48
3.1 RESULTADOS	48
MODULO 1:	48
MODULO 2:	50
MODULO 3:	51
MODULO 4:	53
3.1.1 Discusión de resultados.....	55
Elección de sustratos para producción de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> :	55
3.1.2 Días para la colonización del sustrato:	56
3.1.3 Peso fresco total.....	56
3.1.4 Eficiencia Biológica	59
PARTE IV	60
4.1 CONCLUSIONES.....	60
4.2 RECOMENDACIONES	61

Contenido:	No. de pag.
4.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62
4.4 ANEXOS	64
4.4.1 Anexo 1. Datos de campo.....	64
4.4.2 Anexo 2. Construcción de módulos de producción	66
4.4.3 Anexo 3. Material audiovisual utilizado en las jornadas de capacitación: “Producción de hongos ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>)”	69
4.4.4 Anexo 4. Material audiovisual utilizado en las jornadas de capacitación: “Buenas prácticas de manufactura”	73
4.4.5 Anexo 5. Manual de producción de hongos ostra <i>Pleurotus ostreatus</i>	82
PARTE V.....	92
5.1 INFORME FINANCIERO.....	92
5.1.1 Descripción por rubros de los recursos solicitados.....	93

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO:	No. de pag.
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i>	28
Cuadro 2. Valor alimenticio de diferentes alimentos en peso fresco.	30
Cuadro 3 Condiciones climáticas para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
Cuadro 4 . Condiciones adecuadas para la incubación y fructificación de <i>P. ostreatus</i>	40
Cuadro 5. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 1.	48
Cuadro 6. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 1.....	49
Cuadro 7. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 2.	50
Cuadro 8. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 2.....	50
Cuadro 9. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 3.	51
Cuadro 10. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 3.....	52
Cuadro 11. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 4.	53
Cuadro 12. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 4.....	54
Cuadro 13. Medidas resumen de producción por metro cuadrado.....	57

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO:	No. de pag.
Figura 1. Ubicación del municipio de Camotán, Chiquimula.....	8
Figura 2. Proceso de siembra de <i>Pleurotus ostreatus</i>	10
Figura 3. Área de incubación de hongos.	11
Figura 4. Ubicación de los módulos de producción.....	12
Figura 5. Colocación de sustratos en bolsas previo a ser inoculados	13
Figura 6. Sustratos colonizados por <i>Pleurotus ostreatus</i>	14
Figura 7. Fructificación de hongo ostra.....	15
Figura 8. Cosecha de <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
Figura 9. Estantes utilizados para la producción de hongo ostra.	17
Figura 10. Ubicación de las áreas de trabajo.	18
Figura 11. Colecta y almacenamiento de materiales para sustratos	20
Figura 12. Material libre de contaminantes.....	21
Figura 13. Desinfección de sustratos con cal y agua caliente	21
Figura 14. Jornadas de capacitación	25
Figura 15. Presentación del manual de producción de hongos	26
Figura 16. Visitas de campo.....	27
Figura 17. Asesoría técnica.....	27
Figura 18. Inoculo primario de <i>Pleurotus ostreatus</i>	31
Figura 19. Eficiencia biológica módulo 1.	49
Figura 20. Eficiencia biológica modulo 2.	51
Figura 21. Eficiencia biológica módulo 3.	53
Figura 22. Eficiencia Biológica módulo 4.	55
Figura 23. Producción de hongos ostra por metro cuadrado	58

PARTE I

1.1 INTRODUCCION

El municipio de Camotán se encuentra ubicada en el departamento de Chiquimula en la región denominada Ch'ortí, desde hace varias décadas esta región ha experimentado una serie de cambios en el ambiente generados por la destrucción de los recursos naturales, en especial la pérdida de la cobertura forestal, la degradación del recurso suelo por la erosión y la escasez del agua por el desfase del ciclo hidrológico. Lo que ha provocado un colapso en la producción agrícola generando la insuficiente producción alimentaria del lugar.

Tomando en cuenta que en el contexto guatemalteco la seguridad alimentaria y nutricional depende en gran medida de la producción agropecuaria, entre otros factores, por ser origen principal de suministro de alimentos para el pequeño productor, y por ser fuente importante de ocupación y empleo remunerado, principalmente estacional. La situación actual de la población en esta y otras comunidades del denominado corredor seco se convierte en una problemática nacional a la cual debe prestársele toda la atención necesaria para mitigar sus efectos desfavorables para el desarrollo de Guatemala.

En la actualidad la biotecnología se ha convertido en una verdadera alternativa para la obtención de alimentos para el consumo humano, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas mediante técnicas sencillas, a bajo costo, en cortos periodos de tiempo y empleando residuos agroindustriales como substrato para su cultivo, la producción de hongos comestibles, es un claro ejemplo de cómo la biotecnología es una alternativa real para la obtención de alimentos.

La producción de hongos comestibles constituye una alternativa en la producción de alimentos en el medio real porque no afecta los valores, ni las actividades centrales de la vida campesina y tampoco daña su entorno ecológico. Los hongos

producidos mediante técnicas sencillas y de fácil establecimiento permiten la integración de la producción con el consumo, evitando así la excesiva especulación o intermediación que tanto afecta a los productos básicos, además permite que la mujer participe activamente en el proceso productivo.

Basados en lo anteriormente descrito El cultivo de hongos comestibles, en especial el Hongo Ostra *Pleurotus ostreatus*, está consolidándose en Guatemala como una opción viable para la producción de bajo costo. Sin lugar a dudas es una opción en la mejora del ingreso y de la calidad de vida en el área rural, a la vez que, con un mínimo de inversión, ofrece una alternativa sostenible de desarrollo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Antecedentes

En Guatemala en los últimos años el cultivo de hongos comestibles ha experimentado un incremento sobre todo en el área rural, en donde su bajo costo de producción es el principal atractivo para su producción a nivel artesanal. Tal como lo evidencia la creación de empresas tales como PLEUROTEC de Cantel, Quetzaltenango, que encontró en la producción de semillas de setas comestibles, un nicho de mercado con gran potencial.

En Chimaltenango El cultivo de hongos o setas ha despertado la atención de muchos pobladores del lugar, entre ellos, Gaspar Canil, y ahora invierten en su producción artesanal como pequeños empresarios. Lo toma como una fase de experimentación, pero considera que será positiva, puesto que ya empezó la comercialización de los primeros productos de su producción.

En Solola, Marlon Mogollón Lec ha encontrado la forma de cultivar hongos ostra durante todo el año y beneficiar con ello a su familia, Según Mogollón, los hongos Pleurotus se cosechan todo el año y su precio de venta es accesible para el bolsillo de las familias. El cultivo de hongos es una alternativa para mejorar la alimentación. Si se fomenta en casa, soluciona parcialmente las finanzas y se garantiza un platillo nutritivo.

Desde el año 2006 un grupo de 12 integrantes de la Asociación de Mujeres El Esfuerzo (Tecpán, Guatemala), se dedica a la producción de hongos comestibles, los que luego son distribuidos en los mercados de todo el país. Sin embargo, pese a que la empresa ha empezado a generar recursos, las mujeres no están satisfechas con su labor, ya que ahora buscan explorar mercados del extranjero.

En Purulhá, Alta Verapaz. Hongos de la especie Pleurotus ostreatus, están siendo cultivados por 20 familias de las comunidades Bella Vista y Monjas Panimaquito, de Purulhá, para encontrar una alternativa económica con su comercialización, al

mismo tiempo que colaboran con la conservación del Corredor Biológico del Bosque Nuboso. Además, lo han agregado a su dieta alimentaria. El comunitario Mauricio Chon Chon citó que son unas 120 personas las beneficiadas con esta iniciativa

En el marco del Programa caféycafé se han realizado talleres para la producción de hongos (*Pleurotus ostreatus*), en el municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango, con la presencia de 42 participantes entre socias y socios beneficiarios directos de las organizaciones: ASASAPNE, ASODESI, ADINUT, COOP. ESQUIPULAS, COOP. TODOSANTERITA, ADIENIL Y COOP. SAN JOSE EL OBRERO, técnicas del proyecto Red Café Guatemala, técnicas de Anacafe, Huehuetenango y equipo técnico del Programa de apoyo y desarrollo rural de Chichicastenango (PADERUCHI); se inició el proceso de producción y de manera experimental ha generado información valiosa que servirá de base para las actividades a realizarse en Huehuetenango.

Además de las experiencias prácticas/artesanales en el interior del país, se han publicado distintos artículos científicos centrados en la producción de *Pleurotus ostreatus* en Guatemala, dentro de los más destacados puede mencionarse a los siguientes:

- Aldana A. Comparación de la eficiencia de producción de inóculo primario del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cepa ECS 0110, en cinco granos. Guatemala. USAC, 2000
- Ardón C. Evaluación de pericarpio de Jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*) y pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), para el cultivo artesanal del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*, Ecosur-0112), Guatemala. USAC, 2004.
- García D. Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays* L.) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.) como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostratus*. Guatemala : USAC, 2000.
- Girón D. Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en subproductos lignocelulosicos derivados de la agroindustria de la palma africana (*Elaeisis guineensis* Jaqc.) Guatemala. USAC, 2000.

- Godoy C. Cultivo de una cepa mexicana de *Pleurotus Ostreatus* utilizando como sustrato aserrín de caoba y cedro, fibra de coco y olote de maíz. Guatemala. USAC, 1997.
- Jiménez L. Evaluación de cinco sustratos complementarios a la pulpa de café para el cultivo de Hongo comestible (*pleurotus Ostreatus*) en el municipio de San Ildefonso Ixtahuacan, Huehuetenango. Quetzaltenango. URL, 2009
- López G. Producción de hongo comestible Saj Itah (*Pleurotus Ostreatus*) en la cabecera Municipal de Concepción Huista, del Departamento de Huehuetenango. Guatemala. USAC, 2009.
- Orozco C. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustratos rastrojo, zacate tusa. Guatemala. USAC, 2000.
- Rojas E. Evaluación de paja de trigo, *Triticum Sativum*; Broza de encino, *Quercus sp.* y rastrojo de maiz, *zea mays*; para el cultivo de hongo comestible *pleurotus ostreatus* bajo condiciones artesanales en San Rafael La Independencia, Huehuetenango. Guatemala. USAC, 2004.
- Santos P. Evaluación del efecto de cinco sustratos orgánicos sobre el nivel de producción del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*; Agaricales *Pleurotaceae*), en la finca concepción, Departamento de Escuintla. Guatemala. URL, 2008
- Villatoro S. Desarrollo del hongo ostra como producto nuevo en la cabecera departamental de Huehuetenango a través de su cultivo en las comunidades de Cuilco, San Idelfonso Ixtahuacán, Tectitán y Concepción Tutuapa. Guatemala. URL, 2005.

Basados en lo anteriormente descrito El cultivo de hongos comestibles, en especial el Hongo Ostra *Pleurotus ostreatus*, está consolidándose en Guatemala como una opción viable para la producción de bajo costo. Sin lugar a dudas es una opción en la mejora del ingreso y de la calidad de vida en el área rural, a la vez que, con un mínimo de inversión, ofrece una alternativa sostenible de desarrollo.

1.2.2 Justificación

A través de la historia, los campesinos del municipio de Camotán, Chiquimula, han basado su agricultura en cultivos tradicionales como el maíz (*Zea mays*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris*), actividades cuyo resultado ha sido destinado al autoconsumo, por tal razón se ha buscado alternativas de producción con la utilización de materiales propios, especialmente por los periodos prolongados de sequía y la pobreza nutricional de los suelos de cultivo, visualizando en el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* una posible alternativa de producción, consumo y comercialización.

La producción de hongos actualmente es asequible a pequeños agricultores a partir de cualquier residuo de cosecha que se pueda utilizar como sustrato para el crecimiento de los hongos comestibles. Debido a que en la región no existe información que permita proponer alternativas claras de producción, rentables y con un margen de seguridad aceptable es necesario primeramente generar información que conduzca a la optimización de recursos y aun mas de recursos locales.

El cultivo del hongo ostra es una alternativa de producción en las áreas rurales, en el cual puede participar toda la familia, y su consumo permite mejorar la nutrición, en virtud de ser un sustituto de la carne de origen animal. Es considerado un alimento de alta calidad para consumo humano, con sabor y textura apreciable y sobre todo por su valor nutritivo. En Guatemala en los últimos años el cultivo de hongos comestibles ha experimentado un incremento sobre todo en el área rural, en donde su bajo costo de producción es el principal atractivo para su producción a nivel artesanal.

La producción rural de hongos comestibles es una alternativa nutricional, económica y ecológica que permite aprovechar subproductos de varios cultivos, así como residuos de industrias alimentarias, la cual ha dado lugar a un gran número de pequeños productores, principalmente de setas, dada la sencillez y bajo costo de implementación de su sistema de cultivo.

1.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS

1.3.1 OBJETIVOS

1.3.1.1 Objetivo General

- Evaluar el crecimiento y producción del hongo Ostra *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones artesanales controladas utilizando restos de cosecha en el municipio de Camotán, Chiquimula

1.3.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el tiempo de colonización del micelio de *Pleurotus ostreatus* sobre los diferentes residuos de cosecha evaluados en el municipio de Camotán, Chiquimula.
- Evaluar la producción obtenida en los diferentes sustratos del hongo *Pleurotus ostreatus* determinando la eficiencia biológica en el municipio de Camotán, Chiquimula.
- Evaluar el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en los diferentes sustratos, en el municipio de Camotán, Chiquimula.
- Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida

1.3.2 HIPOTESIS

- Sobre la base de investigaciones realizadas y considerando los resultados se espera que al menos uno de los tratamientos evaluados en esta investigación presente un rendimiento similar al uso de pulpa de café, en base a la eficiencia biológica del hongo Ostra *Pleurotus ostreatus* en el municipio de Camotán, Chiquimula.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Localización

El proyecto fue ubicado en el municipio de Camotán, el cual está ubicado en el departamento de Chiquimula, se encuentra en las coordenadas latitud norte 14°49´13" longitud oeste 89°22"24". La distancia de la cabecera municipal de Camotán a la cabecera departamental de Chiquimula es de 32 kms por la carretera que conduce al lugar fronterizo el Florido con la república de Honduras.

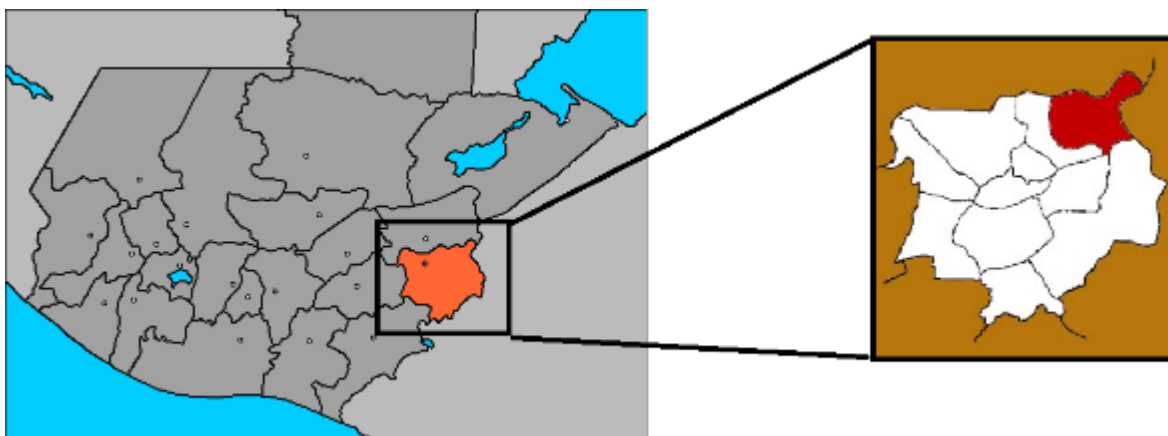


Figura 1. Ubicación del municipio de Camotán, Chiquimula.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La extensión del municipio es de 232 kilómetros cuadrados (km²), está formado por la cabecera municipal, 29 aldeas y 78 caseríos. Tiene una extensión territorial de 232 km² Latitud 14° 93' 24", longitud 89° 22' 24". La altura de la cabecera municipal es de 450 m.s.n.m. Su clima es subtropical seco. Limita al norte con el municipio de la Unión, Zacapa; al sur con los municipios de Jocotán y Esquipulas; al este con la república de Honduras y al oeste con el municipio de Jocotán.

La topografía del terreno del municipio de Camotán es escarpada, con cerros y montañas con pendientes que van de 45 por ciento a 75 por ciento, generalizada en todo el territorio, las partes planas y de poca pendiente están ubicadas en las riveras del Río Grande de Zacapa.

Los suelos identificados en el municipio de Camotán, son suelos con escasa profundidad, compuestos en su mayoría por arcillas, franco arcillosos (Negro, amarillo y blanco), limosos arcillosos y pedregosos, con formación de aluviones cuaternarios, cretáceos – eoceno, paleozóico y terciario distribuido en todo el territorio. Según la clasificación de suelos de Guatemala (Simmons, Táramo y Pinto 1956), los suelos se encuentran en las siguientes series: Chol, Jalapa, Subinal y Tahaini.

En esta zona las condiciones climáticas varían entre 20° y 26° grados centígrados y se incrementan en los meses de marzo, abril y mayo que es la época más crítica del verano ascendiendo hasta los 38° grados centígrados, mientras que la precipitación pluvial anual va de 1,100 a 1,349 milímetros (mm) anuales, distribuidos en los meses de mayo a octubre, conformando la formación de un clima semi-cálido. El clima templado y frío se manifiesta en las montañas más altas, donde las condiciones de humedad, altitud y precipitación, mantienen dicha situación.

1.4.2 Las Variables

1.4.2.1 Variables dependientes

A. Siembra

La siembra se refiere a la mezcla homogénea en condiciones de asepsia del inóculo o semilla con el sustrato. Para una siembra eficiente debe tomarse en cuenta, además de la cepa y el sustrato, el estado fisiológico del organismo, la tasa de inoculación y una higiene rigurosa.

Los participantes en esta actividad debieron trabajar con ropa limpia, mascarillas y guantes. Las puertas y ventanas estaban cerradas para evitar corrientes de aire que lleven contaminantes.

La semilla madre fue colocada en las bolsas de polietileno con el sustrato, alternando las capas del sustrato. Las bolsas se cerraron con un nudo sencillo, eliminando el aire del interior de la bolsa. Las bolsas inoculadas se colocaron en anaqueles y a los cinco días fueron perforarlos en toda la superficie de la bolsa, para permitir un adecuado intercambio gaseoso y un mejor crecimiento micelial.



Figura 2. Proceso de siembra de *Pleurotus ostreatus*
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

B. Incubación

La incubación es la etapa que permite la colonización del sustrato por el hongo, de preferencia a temperatura y humedad óptimas, y en la oscuridad.

En cada uno de los módulos de trabajo se estableció un área específica para esta etapa, en la cual se proporcionó al hongo una temperatura constante y acorde a sus requerimientos para que la colonización se llevara a cabo con la tasa de crecimiento más alta posible. La mayoría de las especies de *Pleurotus spp.* tienen óptimos de crecimiento micelial entre 25 – 28 °C.

Cinco días después de haber efectuado la siembra se hicieron de 20 a 40 perforaciones distribuidas (con una navaja estéril) en la parte superior de la bolsa de polietileno y de preferencia sin tocar el sustrato. Esto se hizo por que inicialmente

se requiere una concentración alta en CO₂ para estimular el crecimiento micelial (hasta niveles cercanos al 25 %), pero pasados estos niveles, el CO₂ limita el desarrollo y es necesario facilitar el intercambio con aire fresco.



Figura 3. Área de incubación de hongos.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

1.4.2.2 Variables independientes

A. Construcción de instalaciones artesanales

Un factor crítico para una buena producción de hongos comestibles es la preparación de las instalaciones de trabajo, la importancia radica en que dentro de estas se llevan a cabo las actividades de siembra o inoculación de los sustratos, lo cuales previamente fueron seleccionados, esterilizados y posteriormente colocados en bolsas, para dar paso a la fructificación del hongo, todas estas actividades se ejecutaron en la más estricta limpieza.

La inocuidad es imprescindible para evitar la contaminación del sustrato por patógenos y la contaminación de la semilla inicial por hongos que puedan encontrarse como contaminantes en el ambiente por tanto las instalaciones se debieron mantener en estas condiciones durante todo el ciclo productivo.

Se construyeron módulos de producción artesanales, los cuales fueron adecuados para hacer funcionales dos áreas de trabajo, una destinada a la incubación y otra

destinada a la fructificación. Para la construcción de los módulos se utilizaron materiales de fácil acceso para los agricultores beneficiados, así como se hizo uso de estructuras propias de la comunidad y en algunos casos se hizo necesaria la construcción de los módulos desde cero, esto en función del área donde fue ubicado cada módulo.

Se instalaron cuatro módulos de producción los cuales se identificaron de la siguiente manera:

Módulo 1: Escuela de aldea Shupa

Módulo 2: La Vega

Módulo 3: Angel Gutiérrez

Módulo 4: Angel Oloroso

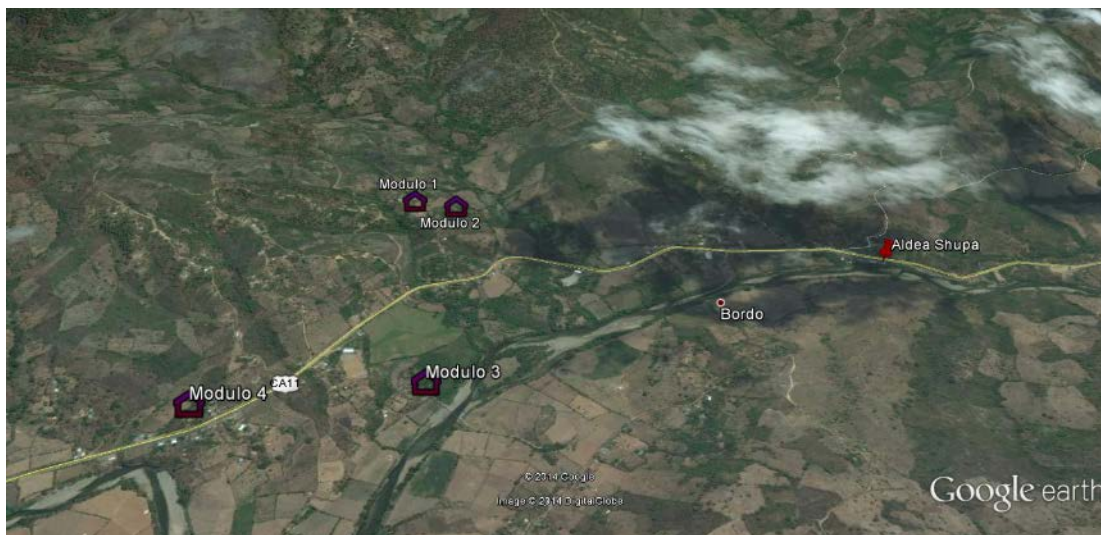


Figura 4. Ubicación de los módulos de producción.

Fuente: Google Earth/Proyecto FODECYT 047-2013

B. Colocación del sustrato

Los sustratos previamente desinfectados fueron colocados en bolsas de polietileno transparente, calibre 3 mm, las cuales poseían una capacidad de aproximadamente de 25 Lb. El llenado de bolsas se realizó manualmente utilizando equipo de protección para evitar la contaminación del sustrato, cada una de las personas que participo fue dotado de guantes de polietileno, mascarilla,

redescilla y lentes plásticos, así mismo todos los utensilios utilizados fueron desinfectados con alcohol al 15%. el indicador para determinar la cantidad de sustrato por cada bolsa fue el volumen y no el peso.



Figura 5. Colocación de sustratos en bolsas previo a ser inoculados
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

1.4.3 Indicadores

A. Fructificación

En cada uno de los módulos de trabajo el área de fructificación fue la más amplia, ya que se necesitaba mantener condiciones estables de humedad, ventilación, temperatura e iluminación. En las condiciones en que se llevó a cabo el ensayo, a partir de tres días después de haber puesto las bolsas bajo las condiciones ambientales necesarias para inducir la fructificación, iniciaron a aparecer los primordios.

Las bolsas inoculadas se consideraban listas para pasar al área de fructificación, cuando se observó una cobertura total del micelio formando una superficie blanco-algodonosa, después de la incubación.

Para poder dar lugar a la formación de cuerpos fructíferos se debió realizar cortes en la bolsa de polietileno y proporcionar luz. Para la determinación de la eficiencia

biológica, se tomaron únicamente las dos primeras cosechas, debido a que las demás proporcionan cuerpos fructíferos de menor tamaño.

La temperatura de fructificación varía con las especies y aun entre cepas, sin embargo, las cepas tropicales de *Pleurotus ostreatus* utilizadas fructifican bien entre 20 – 28 °C. La humedad relativa es un factor sumamente importante en el desarrollo de un hongo, para el desarrollo de esta evaluación se mantuvo una humedad ambiental de entre 85 y 90%, ya que una humedad menor sería negativa para la formación de los carpóforos. La humedad fue monitoreada con la instalación de termohigrografos portátiles en cada uno de los módulos de producción.

Para mantener los niveles de humedad relativa, se realizaron riegos por medio de pulverización al ambiente utilizando bombas de fumigar exclusivas para esta actividad, así como también en el caso necesario se regó el piso de los módulos de trabajo, hasta alcanzar la humedad relativa indicada y esta no se convirtiera en un problema para la formación de carpóforos.

La ventilación fue manejada con el uso de ventanas en los módulos de producción, ya que una correcta ventilación, elimina el CO₂ generado por la respiración del hongo y renueva el aire oxigenado. Si la ventilación es deficiente se tienen problemas en el crecimiento del hongo y si es demasiada ventilación se seca el sustrato.



Figura 6. Sustratos colonizados por *Pleurotus ostreatus*
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013



Figura 7. Fructificación de hongo ostra
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

B. Cosecha

De cuatro a seis días después de la aparición de los primordios, estos se desarrollaron normalmente y estaban en madurez comercial.

Para cosechar, se esperó que los carpóforos llegaran al mayor tamaño posible sin que el borde del sombrero o píleo se enraizase, seguidamente se procedió a cortar en la base del espite con un bisturí estéril. El reducir el tamaño del estipe contribuyó a quitar sustancias o enzimas estimulantes de la senescencia y por tanto aumentar la vida de anaquel.



Figura 8. Cosecha de *Pleurotus ostreatus*
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

1.4.4 Estrategia metodológica

1.4.4.1 Población y Muestra

Para La colocación de las bolsas se utilizaron estantes metálicos reciclados (previamente limpiados y desinfectados con alcohol), los cuales fueron utilizados para la incubación y la fructificación, para la fase de incubación los estantes fueron cubiertos con plástico negro para evitar la penetración de luz, y lograr así una buena colonización del sustrato. Los estantes estaban separados por 0.50 metros entre sí y entre bolsa y bolsa una separación de aproximadamente 0.25 metros.



Figura 9. Estantes utilizados para la producción de hongo ostra.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

De la cantidad de bolsas puestas en producción se tomo como parcela neta de muestreo la producción de 5 bolsas por cada sustrato en cada uno de los modulos de trabajo, siendo sobre esta base que se realizaron las evaluaciones estadísticas para evaluar los resultados.

1.4.5 El método

El primer paso para realizar la investigación fue la delimitar el área de trabajo, por lo cual se priorizo ubicar las áreas de trabajo en zonas en las cuales el impacto de implementar esta tecnología de producción fuera efectiva. Se ubicó para ello la aldea Shupa, del municipio de Camotan, Chiquimula. Esta área fue utilizada debido a su fácil acceso a los materiales de trabajo y sobre todo la colaboración de la

población en la ejecución de proyecto de investigación, muestra de ello es que facilitaron cuatro áreas para la ubicación de los módulos de trabajo, así como también se organizaron para darle el seguimiento necesario a las áreas de evaluación y producción.

Se ubicaron cuatro módulos de trabajo en la aldea Shupa, uno ubicado en el área comunal de la aldea Shupa (50 metros cuadrados), el segundo módulo fue establecido en un área comunitaria del caserío La Joya (40 metros cuadrados), el tercer módulo se estableció en el terreno proporcionado por el señor Angel Gutierrez (9 metros cuadrados) y un cuarto modulo se ubicó en el terreno proporcionado por el señor Angel Oloroso (16 metros cuadrados), los dos últimos líderes comunitarios.

Se realizaron visitas de campo para determinar y ubicar las áreas con características idóneas para la construcción de las naves a ser utilizadas para la evaluación de la producción de hongo *Pleurotus ostreatus* en las comunidades que forman del municipio de Camotán, Chiquimula.

La ubicación final de las áreas se realizó en consenso con la población participante, quienes seleccionaron estas áreas como las de mayor influencia para que los comunitarios se involucraran en el trabajo de investigación y producción.



Figura 10. Ubicación de las áreas de trabajo.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

A. Colecta de materiales

La colecta de materiales para ser utilizados como sustratos en la evaluación, se hizo por los agricultores participantes, con la colaboración y guía técnica del equipo de trabajo de la investigación, esto con la finalidad de coleccionar material sano, libre de patógenos que pudieran incidir en la producción de hongos, se realizaron diversas visitas a campos de cultivo en las épocas finales de cosecha de maíz y frijol, para determinar que materiales eran idóneos para su uso, una vez identificadas las zonas de coleccion, el material fue almacenado previo a su utilización.

A través de visitas de campo, investigación bibliográfica y entrevista a pobladores de la región se determinó que los materiales orgánicos que más se adaptaban para su utilización como sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, fueron los siguientes:

- Tallo de maíz
- Ojote de maíz
- Rastrojo de frijol
- Restos de cosecha de maíz y frijol combinados.

Además, se utilizó Pulpa de café como testigo o valor de referencia, este sustrato se utilizó para evaluar el rendimiento (producción de hongo *Ostra comestible*) de los materiales en estudio.



Figura 11. Colecta y almacenamiento de materiales para sustratos
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

B. Operaciones preliminares de tipo general:

B.1 Preparación del sustrato de siembra

Para la preparación de sustrato para cultivar *Pleurotus ostreatus*, el material se trituro con el uso de machetes, en el caso de la pulpa de café se necesitó una previa fermentación para homogenizarlo y hacerla más manejable.

El picado de los materiales se hizo con los materiales en seco para hacer esta labor más eficaz, se trató de obtener secciones de los materiales de aproximadamente 5 centímetros, debido a que, si las partículas son muy finas, el agua compacta de manera excesiva el sustrato. Como criterio de selección también se desechó los materiales con un tamaño superior a los 15 centímetros, ya que estas partículas de mayor tamaño dificultan una buena integración del agua añadida y dificultan el manejo de la siembra, desarrollo y fructificación del hongo.

Se seleccionó únicamente material que estuvieran libres de cualquier síntoma de enfermedad, libre de insectos y de cualquier contaminación que pudiera presentar problemas posteriores.



Figura 12. Material libre de contaminantes.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

B.2 Desinfección de los sustratos

Una vez seleccionado el material para la evaluación, este fue colocado en costales, para poder ser desinfectados en el área de trabajo. La desinfección consistió en sumergir los costales en una mezcla de agua caliente e hidróxido de calcio (Cal) a una temperatura aproximada de 70-80°C por 30 minutos. Este tratamiento pasteuriza y elimina nutrientes perjudiciales a *Pleurotus ostreatus* finalmente los sustratos fueron escurridos y enfriados antes de realizar la siembra del hongo.



Figura 13. Desinfección de sustratos con cal y agua caliente
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

B.3 Cuidados durante la siembra y la incubación

Los cuidados que se necesitaron en esta etapa del proceso están generalmente encaminados a disminuir la contaminación, la cual puede presentarse como

resultado de una mala pasteurización o por descuidos en el manejo o en la siembra del material en proceso.

Para reducir al mínimo la contaminación, se hizo especial énfasis en lo siguiente:

1. Área de trabajo: Las contaminaciones podrían darse por deficiencias en la asepsia de los locales de siembra e incubación o a orificios por donde pueden entrar el aire, microbios, insectos y otros animales. Los cuartos de siembra, incubación y fructificación fueron frecuentemente lavados, limpiados y desinfectados con hipoclorito y alcohol. Para este fin en cada módulo los agricultores beneficiados se organizaron para diseñar un programa de limpieza que evitara la proliferación o sobrevivencia de organismos nocivos.
2. Personal: los niveles de contaminación disminuyen notablemente si el personal que está en contacto directo con el material en proceso se preocupa por mantener consigo mismo condiciones de limpieza estricta. El uso de ropa limpia, así como mascarillas, guates y redecillas en cada una de las actividades fue obligatorio para todos los participantes.
3. Actividades productivas: Se tuvo especial esmero en trabajar en condiciones de asepsia rigurosa y asegurarse que los tratamientos de esterilización del grano para inóculo y la pasteurización del sustrato fueran efectuados de manera adecuada, así mismo, la perforación de las bolsas se hizo con utensilios estériles y de manera cuidadosa.

1.4.6 La técnica estadística

A. Evaluación de los materiales

Para ello se utilizó un diseño completamente al azar, ya que las condiciones ambientales fueron controladas y el manejo aplicado fue el mismo para cada uno de los tratamientos.

El modelo estadístico utilizado en esta investigación fue:

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

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental

μ = efecto de la media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

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

$i = 1, 2, 3, \dots, 34$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, 34$ repeticiones

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza para determinar si existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos y finalmente poder clasificarlos en función de los datos obtenidos. Como parcela neta se tomaron 5 bolsas de fructificación, las bolsas se separaron por lo menos 25 centímetros como seguridad entre un tratamiento y otro.

1.4.12 Variables a medir:

- **Días para la colonización del sustrato:** cantidad de días hasta que se observó que el sustrato había colonizado todo el sustrato.
- **Peso fresco total:** se realizaron cosechas cada 15 días durante 30 días
- **Eficiencia Biológica (EB):** La eficiencia biológica toma en cuenta la producción de cuerpos fructíferos, o sea, la bioconversión de energía y biodegradación del sustrato. Esta es expresada en porcentaje y toma en cuenta la masa de hongos frescos y la masa seca del sustrato. La eficiencia biológica se obtuvo de la siguiente manera:

$$EB = \frac{\text{g de hongo frescos}}{\text{g de sustrato seco}} * 100$$

1.4.7 Los instrumentos a utilizar

A. Jornadas de capacitación

Con la finalidad de que los participantes en el proyecto pudieran capacitarse en todas las fases de producción del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, se realizaron jornadas de capacitación, montando talleres con las siguientes temáticas:

- Conociendo al hongo Ostra
- Instalaciones y materiales para el cultivo de hongos
- Producción y manejo de semilla del hongo Ostra
- Siembra e incubación del hongo Ostra
- Preparación y desinfección de sustratos
- Incubación y fructificación de hongos Ostra.
- Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de hongos
- Cosecha, almacenaje y empaque de los hongos
- Buenas prácticas de manufactura

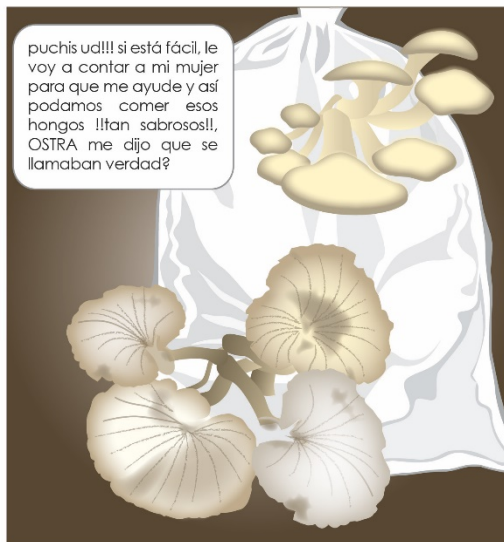


Figura 14. Jornadas de capacitación
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

Los talleres fueron impartidos por los técnicos involucrados en el proyecto, así como de asesores profesionales con amplia experiencia en temas específicos, los talleres consistieron en experiencias teórico-prácticas utilizando materiales didácticos y utilizando los módulos de producción para la parte práctica.

Como parte de estas actividades se elaboró un manual práctico el cual tenía como objetivo ser la guía didáctica para todos los participantes, el manual contenía la metodología necesaria para realizar una siembra de hongos a nivel local con bajos recursos. El manual completo puede verse en los anexos de este documento.

Cuando crezcan y se pongan colochos de las orillas ya están para echarlos al fuego y saborearlos!!!



Si don! yo ya empecé con los míos, ahí lo voy a invitar cuando tenga mi primera cosecha.

GRACIAS DON ANGEL!!! Ya me voy a preparar mi siembra de hongos..... Josefina, Josefina no vayas a quemar la tusa.....

pag 20



COMO SEMBRAR HONGOS OSTRA

MANUAL PARA
LA PRODUCCION ARTESANAL DEL HONGO COMESTIBLE "OSTRA"
(Pleurotus ostreatus)

PROYECTO FODECYT 047-2013

Ing. Agr. David Mauricio Guzmán Mejía
guzmau@gmail.com

pag 1

Figura 15. Presentación del manual de producción de hongos
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

B. Visitas de campo

De la mano de las jornadas de capacitación, se hicieron visitas constantes a las áreas de producción en las cuales estaban instalados los módulos de producción. Las visitas de campo tuvieron como objetivos principales, la toma de datos, asesoría técnica, evaluación de problemas, registro de eventos y evaluación del estado de cada uno de los módulos de producción, a fin de mantener un control del uso de las instalaciones y el desarrollo del proyecto dentro de la comunidad.



Figura 16. Visitas de campo
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

C. Asesoría técnica

Se proveyó de asesoría técnica en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* de forma individual para cada uno de los participantes, así como de toda persona interesada en la implementación de *Pleurotus ostreatus* como una alternativa de producción en el área rural.



Figura 17. Asesoría técnica
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

PARTE II

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Características de *Pleurotus ostreatus*

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*

Reino	Fungi
Phylum	Basidiomycota
Clase	Basidiomycete
Sub-Clase	Hymenomycete
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomatace
Género	Pleurotus
Especie	<i>Pleurotus ostreatus</i>

Fuente: Cimmerman, E. 1990.

El nombre Pleurotus proviene del griego Pleurá o Pleurón que significa lado, costado o costilla y el sufijo latino –otus del griego otós, oreja con la designación latina –us que hace alusión a la forma de fructificación de este tipo de hongos los cuales se adhieren lateralmente a los troncos.

En cuanto al cuerpo fructífero, consta de: micelio primario, micelio secundario, píleo o sombrero, estípete o tallo, himenio o lamela, volva y las esporas, que pueden ser sexuales o asexuales.

Su sombrero es convexo o casi plano en forma generalmente de ostra o abanico, con un diámetro aproximado de 6 a 15 cm.; cuando es joven tiene la superficie lisa y abombada, aplanándose luego poco a poco, dependiendo de la edad del hongo. El borde está algo enrollado al principio.

La cutícula, que es separable, es lisa y brillante, de color muy variable, beige, gris claro, gris negruzco o gris azulado. Láminas juntas, decurrentes hasta la base del pie, de color crema. Esporada de color gris liliáceo. El pie suele ser corto de 1.4 x

1.2 cm., algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Pueden crecer de forma aislada sobre una superficie horizontal o en grupo formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles. La carne de la seta es blanca, de olor algo fuerte, tierno al principio y después correosa.

En la parte inferior del sombrero hay unas laminillas 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. Estas esporas son pequeñas, oblongas, casi cilíndricas, que en gran número forman masas de polvo o esporadas, de color blanco con cierto tono lila-grisáceo.

2.1.2 Aspectos sobre hongos comestibles

Hay diversos factores que pueden limitar la cualidad de comestible en los hongos en forma total o parcial, entre estos factores están las sustancias venenosas que contienen algunos hongos, los que pueden inducir toxicidad parcial o la muerte en los humanos. Otro factor influyente es el sabor, ya que algún hongo que, aunque posea una consistencia adecuada y no sea tóxico, si presenta un sabor desagradable, no tendrá usos alimenticios. Otro factor limítrofe es la consistencia de su carne; hay especies que presentan una consistencia demasiado dura y fibrosa, esto hace que su asimilación sea difícil. Los hongos comestibles se encuentran agrupados en las clases Basidiomicetes y Ascomycetes.

2.1.3 Valor nutritivo de los hongos

Por mucho tiempo se ha considerado a los hongos como alimento de alta calidad con sabor y textura apreciable y sobre todo de alto valor nutritivo. Hoy en día, los hongos juegan un papel importante en la alimentación del hombre al igual que la carne, pescado, frutas y vegetales

Cuadro 2. Valor alimenticio de diferentes alimentos en peso fresco.

ALIMENTO	VALOR ENERGETICO EN 1000 g (Kcal)	GRASAS	MINERALES	CARBOHIDRATOS	PROTEINA	AGUA
CARNE	189	0.5	0.5	13.0	18.0	68
LECHE	62	0.7	4.8	3.7	3.5	87
HONGOS	25	1.0	4.5	0.3	3.5	90
PAPA	85	1.1	21.0	0.1	2.0	75
ESPINACA	15	1.9	1.0	0.3	2.2	93
ESPÁRRAGO	20	0.6	2.7	0.1	1.8	95

Fuente: Cardona Urrea, LF. 2001.

En el cuadro anterior se observa como el mayor constituyente de los alimentos es el agua, que es variable en cada especie, pero va del 70 al 95 %, dependiendo de su consistencia. El mayor interés en el valor nutritivo de los hongos es la cantidad y aún más la calidad de la proteína. El contenido de proteína promedio es de 3.5 a 4 % en peso fresco y de 30 a 50 % en peso seco.

En comparación con el contenido de proteína de otros alimentos, el de hongos en fresco es el doble que el de los vegetales (excepto soya, frijol y lentejas) y cuatro a doce veces mayor que el de las frutas, sin embargo, es inferior al de la carne, pescado, huevos y lácteos.

Desde el siglo pasado ya se habían clasificado los hongos como alimentos ricos en proteínas, debido a que los contienen hasta en un 5 por ciento del peso en fresco. El valor nutritivo de los hongos estriba no sólo en su contenido de proteínas, sino también en su aporte de vitaminas, minerales y fibra dietética, entre otros.

Los hongos son ricos en vitaminas tales como: tiamina (B1), ácido ascórbico (C), ácidos nicotínico y pantoténico, riboflavina (B2) y vitamina K. La digestibilidad de la proteína de los hongos es un factor muy importante para determinar su valor dietético. Numerosos estudios en ratas y humanos muestran que entre el 71 y el 90

% de la proteína de los hongos puede ser digerida, mientras que la de la carne puede serlo en un 99%, lo que indica que la misma puede considerarse como biodisponible.

2.1.4 Proceso de producción

2.1.4.1 Obtención de semilla

El termino semilla se refiere en este caso al micelio del hongo utilizando para inocular un sustrato dado. Hay dos tipos de semillas la semilla madre o primaria y la secundaria o semilla para siembra. La semilla primaria también conocida como inóculo primario, proviene directamente del micelio del hongo cultivado sobre un medio a base de agar, esto significa que para su preparación el sustrato empleado se inocula con un trozo de agar. El sustrato para producir la semilla secundaria, por el contrario, es inoculado con un primario de crecimiento activo.



Figura 18. Inóculo primario de *Pleurotus ostreatus*
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La producción de semilla es una actividad compleja y un negocio en sí, es por ello que lo más recomendable es la utilización de la semilla comercial obtenida de las fuentes antes mencionadas, de la cual puede propagarse para el uso continuo dentro del proyecto. Lo más adecuado es la adquisición del material en intervalos

de por lo menos cuatro meses para evitar la degeneración de las características productivas de la cepa.

2.1.4.2 Preparación de la semilla madre

La semilla madre o primaria es utilizada para inocular los secundarios, los cuales serán empleados como inóculo del sustrato que producirá la cosecha de *Pleurotus ostreatus*. A partir del micelio obtenido comercialmente se puede mantener un proceso autoproductivo de semilla madre, que en su turno serán empleados como inóculo del sustrato que producirá fructificaciones cosechables de *Pleurotus ostreatus*.

2.1.4.3 Preparación del grano

Se lavan abundantemente los granos a utilizarse (preferentemente semillas de sorgo, aunque puede utilizarse para este fin: centeno, o arroz), para preparar la semilla madre y luego se dejan en remojo una noche. Las semillas que están muertas y las que flotan son removidas con cuidado. El día siguiente, se lavan de nuevo las semillas y se hierven en agua por lo menos 10-15 minutos hasta que se expandan sin romperse. Si se suprime el remojo, el tiempo de cocción aumenta. Al hincharse los granos se remueven del calor y se distribuyen sobre hojas de papel periódico para eliminar el exceso de humedad.

Es importante el procedimiento anterior, debido a que, si quedan las semillas demasiado secas o muy húmedas, el crecimiento micelial es alterado. Si los granos quedan muy secos, el crecimiento micelial será muy lento, en caso contrario, el crecimiento también es muy lento, y se detendrá cuando el agua se acumule en el fondo. Una humedad óptima para los granos es del 50 por ciento.

Al haber la humedad adecuado en los granos, son colocados en botellas a tres cuartos de su capacidad y se tapan con algodón, también pueden utilizarse bolsas de polipropileno y llenarlas también a menos de tres cuartos de su volumen (este

método es el más recomendado por la facilidad de manejo y almacenamiento de las bolsas con inoculo primario). Una bolsa con 500 gramos de grano es suficiente para inocular un total de 20 libras de sustrato.

2.1.4.4 Esterilización

Las bolsas que contienen los granos seleccionados y con una humedad de 50% se deben de esterilizar en una autoclave u olla de presión a 121°C con 1.05 Kg./cm² de presión (15 libras/pulg.). El tiempo de esterilización depende del tamaño del recipiente dentro de la olla, por ejemplo recipientes de 0.5-1 litro dos horas de esterilización a 15 psi., los recipientes mayores, 5-10 litros, pueden requerir hasta 4 horas de esterilización. (Antes de inocular con un trozo de agar micelio, cada bolsa, debe enfriarse a temperatura ambiente.)

2.1.4.5 Inoculación con cultivo micelial

Esta fase se realiza bajo completa asepsia, tal y como se prepara el cultivo. De mejor forma se puede trabajar en una cámara de flujo laminar, la cual asegura la transferencia o el aislamiento de cultivos puros, construida de madera y vidrio, con dos orificios para permitir el libre acceso de las manos del operario.

El laboratorista, recién bañado debe de utilizar ropa limpia o bata, lavar sus manos con alcohol al 70 por ciento, sin hablar, silbar o hacer algún movimiento con la boca que provoque el transporte de bacterias o esporas que puedan contaminar el sustrato, para evitar lo anteriormente mencionado se recomienda utilizar una mascarilla o tapaboca.

La semilla comercial debe ser desmenuzada en pequeños trozos de micelio los cuales se deben colocar en medio de la masa de granos mediante la inclinación ligera del recipiente que contiene los granos, durante la inoculación. Puede resultar un crecimiento más rápido. Para los principiantes, se recomienda únicamente poner el trozo sobre la superficie para evitar el ligero secado de la capa superior de los

granos. También pueden ser colocados los trozos con micelio en las paredes de las bolsas, lo que permite alcanzar al micelio más rápidamente que los colocados en la superficie, porque ahí el micelio crece de manera aérea antes de asentarse sobre los granos. Esta técnica permite una más rápida colonización.

Las bolsas inoculadas se incuban a temperatura ambiente, sin moverlas, hasta que el micelio blanco haya cubierto completamente todos los granos. Los granos sin agitar pueden ser colonizados por el micelio en 2 a 4 semanas, después de la inoculación. A partir de entonces la semilla está lista, para ser inoculados en un sustrato secundario para mantener la cepa o en el sustrato definitivo, como será descrito más adelante.

2.1.4.6 Preparación de las instalaciones

La importancia de la preparación del terreno o de las instalaciones radica en que dentro de estas se colocaran las bolsas de sustrato ya inoculadas para dar paso a la fructificación del hongo, para ello se necesita contar con la siguiente infraestructura:

- Área de incubación
 - Incubadoras
 - Estanterías para incubación
- Área para preparación de sustratos
 - Cámara de esterilización
 - Mesas de secado
 - Mesas para llenado de bolsas
 - Mesas para inoculación
- Área de fructificación.
 - Estanterías para fructificación
 - Mesas de empaque
- Área de almacenamiento

2.1.4.7 Condiciones que se requieren para el cultivo

Época de Siembra

El hongo *Pleurotus ostreatus* no posee una época específica para su siembra pero en condiciones naturales fructifica en los meses de verano y otoño, en condiciones de cultivo fructifica durante todo el año, sin embargo se debe de tener un control adecuado de las condiciones que tenga el cultivo y otros factores que puedan alterar de alguna manera la producción.

Requerimientos Climáticos

Las condiciones climáticas que debe cubrir el proyecto son las siguientes:

Cuadro 3 Condiciones climáticas para la producción de *Pleurotus ostreatus*

FACTOR	CRECIMIENTO MICELIAR	FRUTIFICACION
Temperatura	25 – 35°C	28°C
Humedad Relativa	Menor del 60%	85%
Humedad del Sustrato	70%	50%
pH del Sustrato	6-7	6.5-7
Concentración de CO ₂	20-25%	Menor del 6 %
Luminosidad	Baja	150-200 Kpa.

Fuente Cimrerman 1990

Preparación del sustrato

Una de las principales características o condiciones que debe poseer el sustrato es que este debe de retener humedad para que esta se mantenga en los niveles necesarios para que el hongo pueda desarrollarse, para ello deberá humedecerse dos veces por día los sustratos para que el sustrato se logre mantener en el rango adecuado revisando constantemente su temperatura.

Operaciones preliminares de tipo general:

No importando el método elegido para lograr una correcta preparación del sustrato, hay una serie de operaciones de pretratamiento que suelen ser comunes en la mayoría de métodos empleados.

Al inicio de la preparación de sustrato para cultivar *Pleurotus ostreatus*, se necesita triturar, moler o picar las materias primas de base (henos, hojas, pajas, tallos). Otros materiales de origen agroindustrial (pulpa de café, bagazo de maguey) necesitan una previa fermentación para homogenizarlos, estabilizarlos y hacerlos más manejables. Y otros materiales como cascarillas de semillas y harinas pueden ser usados directamente tras el suministro, sin modificarlos físicamente. (Sanchez, 2001)

El troceado o picado es más eficaz con materiales en seco, es importante ser exigente en cuanto a la calidad y selección de materias primas, así serán menos problemas patológicos posteriores. Un tamaño de partículas de 2 a 5 centímetros y un contenido de humedad del 70 al 75 por ciento son los valores más citados y los que proporcionan una mejor estabilidad y proporciones entre las fases sólida, líquida y gaseosa, en todo el sustrato. Tamaños de partículas mayores (arriba de 15 cm.), dificultan una buena integración del agua añadida, caso contrario, si las partículas son muy finas, el agua compacta de manera excesiva el sustrato. (Sanchez, 2001)

Para poder tratar de forma correcta el tamaño o tipo de explotación, existen varios sistemas: Si la explotación es de tamaño pequeño, resulta eficaz una inmersión total del material en agua durante unas 48 horas. El exceso de agua es drenado, con lo que se arrastran algunos materiales solubles que normalmente favorecen el desarrollo de los organismos competidores más habituales. Para explotaciones de tamaño mediano o grande se pueden tomar en cuenta las siguientes soluciones:

- El material se mezcla con agua en un estanque de poca profundidad. Aplastar la paja repetidamente, dos o tres veces por día, para facilitar la absorción del agua. En 1 o 2 días es suficiente.
- Puede utilizarse una máquina de hidratación estática conectada a un molino picador para humectar el material. Una vez picado el material, pasa del molino a un sistema de tornillos sinfín de la máquina hidratadora y durante el recorrido por dichos tornillos, hay humectación.
- Con maquinaria moderna, la humectación del material picado se consigue con gran rapidez y eficacia utilizando maquinaria de hidratación al vacío, la cual vence la resistencia natural de las pajas al hidratado.

Se puede obtener material preparado, para posteriormente hidratarlo, ahorrando el procedimiento anterior, tal es el caso de los pellets de paja (Sanchez, 2001)

Desinfección de los sustratos

El material picado y preparado, se remoja en agua caliente y limpia a 70-80°C por 15 minutos. Realizar un par de lavados más hasta que el agua salga limpia y clara. Los lavados arrastran grandes cantidades de materiales solubles que favorecen el desarrollo de microorganismos contaminantes. Este tratamiento pasteuriza y elimina nutrientes perjudiciales a *Pleurotus ostreatus*. Al ser escurrido y enfriado el material, se siembra y se envasa, esto se debe de hacer con rapidez y en un ambiente de gran exigencia higiénica para evitar posibles contaminaciones. (CIES, 1993)

Fermentación aerobia

Este tratamiento refuerza la escasa protección que posee frente a las contaminaciones sin necesidad de fungicidas. Se realiza en dos etapas: pasteurización convencional y una fermentación termófila de acondicionamiento. Esta técnica se aplica con diferentes variaciones: Ferri, (1985) propone varios ciclos:

- a) subida de la temperatura de la masa, en 6-12 horas, hasta 60-65°C y mantenerla 24 horas, para continuar después con un rango de 50-55°C por 48-72 horas, para terminar con un enfriamiento de 6 horas.
- b) Subida la temperatura del sustrato cerca de 70°C (2h) y luego un mantenimiento de 55°C (72 horas), para terminar con un enfriamiento de una duración de 12 horas.
- c) Subida a 68-70°C y mantenido durante 12 horas, seguido de una reducción a 50-55°C (24 horas) y finalizar con un enfriamiento hasta 25°C.

La base de la protección biológica del sustrato está en la conducción adecuada de una fermentación bacteriana tras la pasteurización. Gyurko (1979) analizó y valoró microbiológicamente sustratos de *Pleurotus ostreatus* y señaló que la acción preservadora contra los mohos se desarrolla en el sustrato como consecuencia de la actividad de las bacterias termófilas, las cuales consumen carbohidratos fácilmente disponibles y producen, además, antibióticos contra tales mohos. Concluyó que la multiplicación de bacterias termófilas y por lo tanto su efecto protector, depende del grado de aireación del sustrato.(CIES, 1993)

De una forma más sencilla, únicamente se apilan los sustratos en un montículo y son cubiertos con un material plástico negro con el objetivo de mantener el calor y humedad, alcanzando una temperatura entre 50-55°C. Los cambios de pH presentados durante la fermentación permite adaptación de distintos microorganismos descomponedores de azúcares, originando carbohidratos mas sencillos y a su vez generan proteínas, además, disminuye la probabilidad de contaminación de hongos como *Penicillium* y la formación de un sustrato más blando.(CIES, 1993)

Dependiendo del sustrato que se esté utilizando, el tiempo de la fermentación puede variar de 3 a 5 días, y se debe remover cada dos días para evitar la fermentación anaeróbica.

Esterilización y semiesterilización térmica

El procedimiento inicia con la preparación del material. El sustrato, picado, hidratado y homogenizado se coloca en contenedores de polipropileno para el tratamiento térmico, generalmente la esterilización se lleva a cabo en una autoclave con vapor de 121°C durante una o dos horas según tamaño. Al enfriarse el material se siembra el micelio en condiciones muy asépticas.

Cuando se habla de semiesterilización, es cuando las temperaturas drásticas de esterilización son bajadas sensiblemente, a niveles abajo de los 100°C. La semiesterilización elimina los patógenos que puedan tener las materias primas del sustrato, aunque no protege de contaminaciones eventuales posteriores. (CIES, 1993)

Colocación del sustrato

Se colocara en bolsas de polietileno transparente, calibre 3 mm la capacidad de las bolsas es aproximadamente de 25 Lb. El llenado de bolsas se realizará manualmente y el indicador será el volumen y no el peso. Una vez llenas las bolsas se les abrirán agujeros de 4 cm. de diámetro, los agujeros estarán dispuestos en una forma aleatoria, esto con el propósito de que a través de estos salga carpoforo ya formado listo para la cosecha.

2.1.4.8 Siembra

La siembra se refiere a la mezcla homogénea en condiciones de asepsia del inóculo o semilla con el sustrato. Para una siembra eficiente debe tomarse en cuenta, además de la cepa y el sustrato, el estado fisiológico del organismo, la tasa de inoculación y una higiene rigurosa.

Existen distintas técnicas para poder sembrar *Pleurotus ostreatus*, dependiendo de la que sea elegida por el productor, basándose en condiciones de asepsia, facilidad, etc.

Para sembrar en bolsas o sacos, se utilizan bolsas de polietileno transparentes, con el objetivo de poder visualizar si la colonización es completa y sin contaminaciones. Las bolsas deben ser nuevas, sin contaminaciones, sin perforaciones o algún defecto. El personal destinado a esta actividad debe trabajar con ropa limpia, mascarillas y de preferencia guantes. Las puertas y ventanas deben estar cerradas para evitar corrientes de aire que lleven contaminantes.

La semilla madre es colocada en las bolsas de polietileno con el sustrato, alternando las capas del sustrato. Las bolsas se cierran con un nudo sencillo, eliminando el aire del interior de la bolsa. Los sustratos inoculados deben colocarse en anaqueles y a los dos o tres días perforarlos en toda la superficie de la bolsa, para permitir un adecuado intercambio gaseoso y un mejor crecimiento micelial.

Las condiciones de pH, humedad, temperatura, luminosidad y ventilación que deben mantenerse tanto del crecimiento micelial como de la fructificación del hongo ostra se detallan en el cuadro siguiente, condiciones que deben guardarse para asegurar una buena producción de carpoforos. (CIES, 1993)

Cuadro 4 . Condiciones adecuadas para la incubación y fructificación de *P. ostreatus*

FACTOR	INCUBACIÓN	FRUCTIFICACIÓN
Humedad del sustrato	70%	50%
pH del sustrato	6-7	6.5-7
Humedad relativa	Baja	85%
Temperatura	25-33°C	28°C
Luz	Oscuridad	150-200 lux (suficiente luz para leer)
Ventilación		4-6 veces el volumen de la sala/hora
Concentración de CO ₂	20-25% (aire normal)	0.6% (buena ventilación)

Fuente: Cimmerman 1990

2.1.4.9 Tasa de inoculación

La tasa de inoculación es la cantidad de semilla que se usa en función de la cantidad de sustrato que se pretende inocular. En el caso de las especies de *Pleurotus*, se han usado tasas de inoculación que varían entre 0.8 y 15 %. La definición de este valor depende de las características tanto de la cepa y del inoculo, como del sustrato donde se siembra. Mientras más baja sea la tasa de inoculación, mayor será el tiempo requerido para que el hongo colonice el sustrato. Además a mayor tiempo de colonización mayor será el riesgo de contaminación.

Con la utilización de granos de sorgo como inoculo se puede utilizar una tasa de inoculación de 0.6 a 0.8 % es decir 600 gramos de semilla por cada 100 Kg. de sustrato, pero es necesario distribuir perfectamente la semilla dentro del sustrato y contar con una cepa en un buen estado fisiológico. Por otra parte, la incubación después de la siembra deber ser óptima.

Es necesario recalcar la importancia que reviste el estado fisiológico del hongo al momento de la siembra. Se prefiere un micelio fresco, activo, muy blanco y muy denso para que después de la siembra, la fase de latencia sea mínima. La fase de latencia no es deseable en la planta productora porque alarga el proceso y eleva los costos de producción. La manera de disminuir su duración es usar semilla en buen estado y sembrar con cuidado para no maltratarla, así como distribuirla muy bien en todo el volumen que se va a inocular. Es importante también proporcionar al hongo el sustrato y el ambiente adecuado para su crecimiento.

2.1.4.9 Área de siembra

Para realizar la siembra se recomienda acondicionar un lugar específico, fácil de limpiar, que tenga una temperatura agradable, y que este aislado y sin corrientes de aire. La siembra se puede realizar manualmente en condiciones de asepsia rigurosa sobre una mesa adaptada para el caso. La semilla (en granos) se agrega y

distribuye de la manera más homogénea posible dentro del sustrato, luego de mezclados ambos se colocan dentro de las bolsas que se emplearan para la fructificación. Al realizar lo anterior se debe tener especial cuidado en que el sustrato, después de pasteurizado, se encuentre a temperatura ambiente y que los granos de semilla queden colocados lo más equidistantes que se pueda para que el micelio de cada grano tenga que colonizar la mínima distancia posible.

Una vez terminada la siembra, se debe cerrar el recipiente para evitar contaminaciones y la pérdida de humedad del sustrato, así como para permitir que se incremente la concentración de CO₂ en el recipiente. Estas condiciones son necesarias para facilitar un rápido crecimiento y la colonización del sustrato por el hongo. Se recomienda que entre el sustrato y el nudo (de la bolsa de polietileno) quede un espacio suficiente para permitir que cuando se haga el picado del plástico no se toque el sustrato. Al bloque hongo-sustrato formado se le denomina “pastel”.

2.1.4.10 Incubación

La incubación es la etapa que permite la colonización del sustrato por el hongo, de preferencia a temperatura y humedad óptimas, y en la oscuridad. Durante esta etapa se debe proporcionar al hongo una temperatura constante y acorde a sus requerimientos para que la colonización se lleve a cabo con la tasa de crecimiento más alta posible. La mayoría de las especies de *Pleurotus* tienen óptimos de crecimiento micelial entre 25 – 28 °C.

Durante la incubación, cuatro a cinco días después de haber efectuado la siembra se hacen de 20 a 40 perforaciones perfectamente distribuidas (con una aguja o navaja estéril) en la parte superior de la bolsa de polietileno y de preferencia sin tocar el sustrato. Esto se hace por que inicialmente se requiere una concentración alta en CO₂ para estimular el crecimiento micelial (hasta niveles cercanos al 25 %), pero pasados estos niveles, el CO₂ limita el desarrollo y es necesario facilitar el intercambio con aire fresco.

Una bolsa con capacidad de 25 libras con sustrato deberá de colonizarse completamente en un periodo alrededor de 55 a 70 días.

2.1.4.11 Cuidados durante la siembra y la incubación

Los cuidados que se deben tener en esta etapa del proceso están generalmente encaminados a disminuir la contaminación, la cual se presenta como resultado de una mala pasteurización o por descuidos en el manejo o en la siembra del material en proceso.

Para reducir al mínimo la contaminación, se debe poner especial interés en lo siguiente:

1. Área de trabajo: Las contaminaciones pueden deberse a deficiencias en la asepsia de los locales de siembra e incubación o a orificios por donde pueden entrar el aire, microbios, insectos y otros animales. Los cuartos de siembra, incubación y fructificación deben ser frecuentemente lavados, limpiados, desinfectados con hipoclorito o alcohol. Para este fin se debe diseñar un programa de limpieza y asepsia que evite la proliferación o sobrevivencia de organismos nocivos.
2. Personal: los niveles de contaminación disminuyen notablemente si el personal que está en contacto directo con el material en proceso se preocupa por mantener consigo mismo condiciones de limpieza y pulcritud inobjtables. El uso de ropa limpia, así como tapabocas y gorros al menos durante la siembra y el picado de bolsas es aconsejable.
3. Actividades productivas: se debe tener especial esmero en trabajar en condiciones de asepsia rigurosa y asegurarse que los tratamientos de esterilización del grano para inculo y la pasteurización del sustrato sean efectuados de manera conveniente. así mismo, la perforación de las bolsas debe hacerse con utensilios estériles y de manera cuidadosa.

2.1.4.12 Colocación de las Bolsas

La colocación de las bolsas se hará en los estantes que serán utilizados para la incubación y la fructificación, para la fase de incubación los estantes deberán ser cubiertos con plástico negro para evitar la penetración de luz, y lograr así una buena colonización del sustrato. Los estantes estarán separados por 0.50 metros entre si y los pasteles serán colocados a 0.25 metros entre bolsa y bolsa.

2.1.4.13 Fructificación

El área de fructificación debe ser amplia y mantener condiciones estables de humedad, ventilación, temperatura e iluminación. En condiciones normales, dos o tres días después de haber puesto los pasteles bajo las condiciones ambientales necesarias para inducir la fructificación, empiezan a aparecer los primordios.

Cuando se observa una cobertura total del micelio formando una superficie blanco-algodonosa, después de la incubación, está listo para inicio de la fructificación. De cuatro a seis días después de la aparición de los primordios, estos se han desarrollado normalmente, cubre la totalidad de la superficie del pastel y están en madurez comercial.

Para poder dar lugar a la formación de cuerpos fructíferos se debe eliminar la bolsa de polietileno y proporcionar luz. Para la determinación de la eficiencia biológica, se recomienda tomar solamente las dos primeras cosechas, debido a que las demás proporcionan cuerpos fructíferos de menor tamaño.

La temperatura de fructificación varía con las especies y aun entre cepas, sin embargo, las cepas tropicales de *Pleurotus ostreatus* fructifican bien entre 20 – 28 °C. generalmente se observa que la temperatura óptima de fructificación es ligeramente más baja que la óptima de crecimiento micelial.

La humedad relativa es un factor sumamente importante en el desarrollo de un hongo, para el caso específico de *P. ostreatus* se ha observado que una humedad

de 85 – 90% es la más adecuada. Una humedad menor al 80% será negativa para la formación de los carpóforos.

La ventilación elimina el CO₂ generado por la respiración del hongo y renueva el aire oxigenado. Si la ventilación es deficiente se tienen problemas en el crecimiento del hongo. Por ejemplo, si la ventilación es insuficiente se acumula CO₂, y si es demasiada ventilación se seca el sustrato.

La luz del día suele ser suficiente para obtener buenas fructificaciones y no se ha demostrado que iluminar más tiempo permita mejores rendimientos. En cuanto a la humedad relativa, se recomienda hacer riegos por medio de pulverización o nebulización al ambiente. Abajo de la humedad relativa indicada, será problema para la formación de carpóforos.

2.1.4.14 Cosecha

Para cosechar, se debe de esperar que los carpóforos lleguen al mayor tamaño posible sin que el borde del sombrero o píleo empiece a enraizarse, se deben de cortar en la base del pie con un cuchillo o bisturí estéril.

El cortado del estipe de los hongos a 5 mm del sombrero inmediatamente después de la cosecha ha provocado un mejor color y una abertura mas lenta del estipe cuando se le compara con hongos con un estipe normal (35 mm). El reducir el tamaño del estipe contribuirá a quitar sustancias o enzimas estimulantes de la senescencia y por tanto aumentar la vida de anaquel.

2.1.4.15 Almacenamiento

La vida de anaquel de los hongos frescos depende en gran medida de la tasa de respiración, por lo que el mantenimiento de la calidad involucra retrasar la respiración y otros procesos metabólicos. El retraso post-cosecha de los procesos metabólicos pueden ser realizados por bajas temperaturas de almacenamiento.

Bohling y Hansen (1989) encontraron que la forma más efectiva de reducir la actividad metabólica y aumentar la vida de anaquel de las setas de *Pleurotus ostreatus* es bajando la temperatura. El enfriar de 15°C a 3.5°C redujo la actividad metabólica a un tercio y aumento la vida de anaquel hasta una semana.

2.1.4.16 Plagas

Colémbolos

Son insectos diminutos sin alas que forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en la carne de los hongos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Destaca la especie *Hypogastrura armata*.

Dípteros

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 algunas especies de mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas del género *Megaselia*.

Para el control de colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento técnico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse distintos insecticidas: diazinón o malatión en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con endosulfán o diclorvos, etc.

2.1.4.17 Enfermedades.

Telaraña (*Dactylium dandroides*) (= *Cladobotryum dandroides*, *Hypomyces rosellus*).

Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y

luego denso y harinoso. En las partes viejas las formas perfectas forman puntos rojizos. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento parduscos, y se acelera su descomposición. Puede atacar a las setas recolectadas.

Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación. Para su control se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2% o soluciones de benomyl las zonas afectadas. También se puede emplear zineb, mancozeb, carbendazin o thiabendazol.

Pseudomonas tolaasii (= *P. fluorescens*).

Esta bacteria ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo parduzco o anaranjado, acaban pegajosos y si la temperatura y humedad son altas, se pudren pronto y huelen mal.

Para su control se aconseja procurar evitar el exceso de humedad, la adición de sustancias nitrogenadas y el calor. Se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, solución de formalina al 0,2-0,3%, formol u otros productos.

PARTE III

3.1 RESULTADOS

Siendo la eficiencia biológica una de las variables de mayor importancia para la evaluación productiva de hongos comestibles, esta se tomó de forma individual en cada ensayo realizado por modulo, mostrando los resultados a continuación:

MODULO 1:

Cuadro 5. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 1.

Análisis de la varianza					
Variable		R ²	R ² Aj	CV	
EFICIENCIA		0.56	0.47	26.3	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
SUSTRATO	0.74	4	0.18	6.34	0.0018
Error	0.58	20	0.03		
Total	1.32	24			

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

El análisis de varianza muestra con un nivel de confianza del 95% que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se realizó un análisis múltiple de medias para clasificar estadísticamente los tratamientos según sus diferencias en función a la variable eficiencia biológica. La prueba múltiple de medias se hizo siguiendo el criterio de Tukey al 0.05% de significancia, el resumen se muestra a continuación:

Cuadro 6. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 1.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.32263 Error: 0.0291 gl: 20	SUSTRATO	Medias	Grupo Tukey
	Pulpa café	0.96	A
	Olote	0.67	A B
	Rastrojo de frijol	0.60	B
	Tusa de maíz	0.56	B
	Caña de maíz	0.45	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La prueba de Tukey clasifica los tratamientos en base a su media, mostrando como los mejores tratamientos la Pulpa de café y el Olote de maíz, este último con una media de 0.67 de eficiencia biológica, es decir la producción potencial de 0.67 libras de hongo fresco por libra de sustrato utilizado. En consecuencia el uso de Rastrojo de frijol se perfila como una buena opción para su uso en explotaciones comerciales de producción de hongos comestibles.

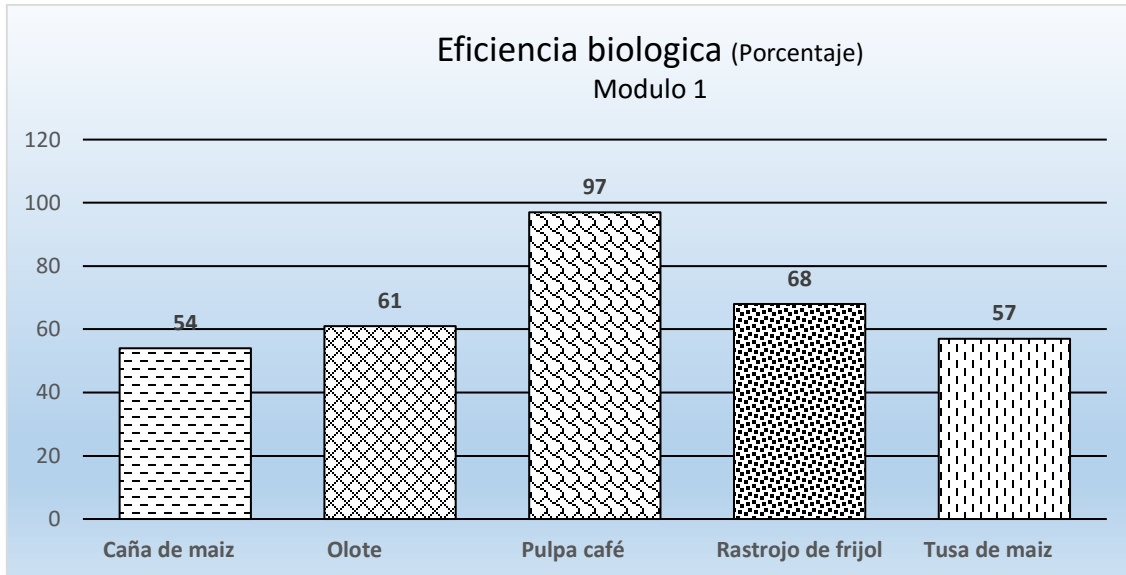


Figura 19. Eficiencia biológica módulo 1.

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

MODULO 2:

Cuadro 7. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 2.

Análisis de la varianza					
Variable	R ²	R ² Aj	CV		
EFICIENCIA	0.62	0.54	25.9		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
SUSTRATO	0.81	4	0.2	8.01	0.0005
Error	0.51	20	0.03		
Total	1.32	24			

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

El análisis de varianza muestra con un nivel de confianza del 95% que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se realizó un análisis múltiple de medias para clasificar estadísticamente los tratamientos según sus diferencias en función a la variable eficiencia biológica. La prueba múltiple de medias se hizo siguiendo el criterio de Tukey al 0.05% de significancia, el resumen se muestra a continuación:

Cuadro 8. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 2.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30132 Error: 0.0253 gl: 20	SUSTRATO	Medias	Grupo Tukey
	Pulpa café	0.96	A
	Rastrojo de frijol	0.62	B
	Olote	0.54	B
	Caña de maíz	0.49	B
	Tusa de maíz	0.47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La prueba de Tukey clasifica los tratamientos en base a su media, mostrando como los mejores tratamientos la Pulpa de café y el Rastrojo de frijol, este último con una

media de 0.62 de eficiencia biológica, es decir la producción potencial de 0.62 libras de hongo fresco por libra de sustrato utilizado. En consecuencia el uso de Rastrojo de frijol se perfila como una buena opción para su uso en explotaciones comerciales de producción de hongos comestibles.

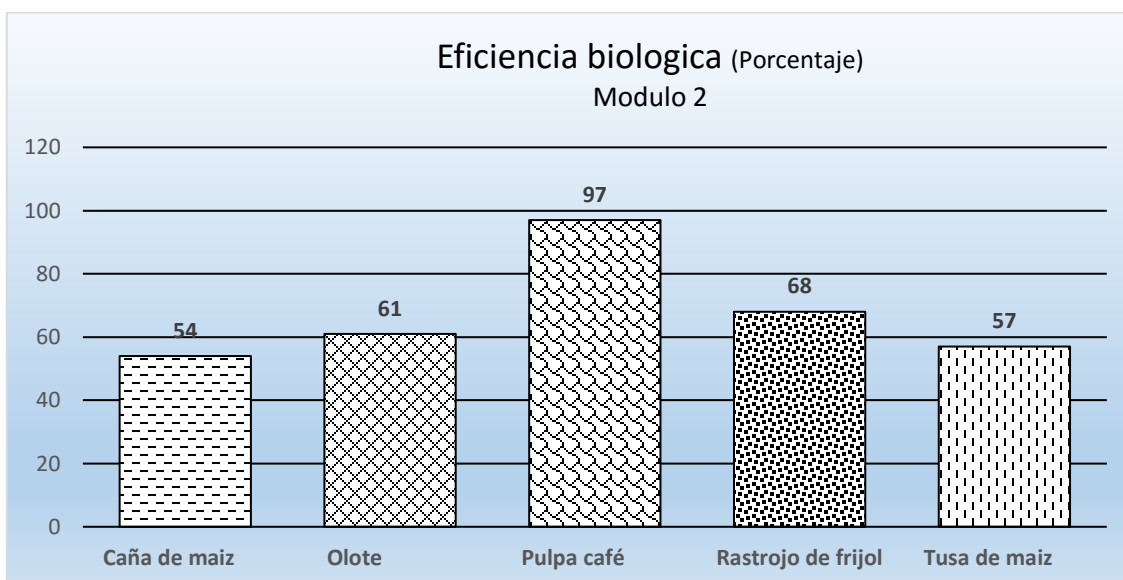


Figura 20. Eficiencia biológica modulo 2.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

MODULO 3:

Cuadro 9. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 3.

Análisis de la varianza					
Variable	R ²	R ² Aj	CV		
EFICIENCIA	0.65	0.58	24.2		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
SUSTRATO	0.86	4	0.21	9.41	0.0002
Error	0.45	20	0.02		
Total	1.31	24			

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

El análisis de varianza muestra con un nivel de confianza del 95% que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se realizó un análisis múltiple de medias para clasificar estadísticamente los tratamientos según sus diferencias en función a la variable eficiencia biológica. La prueba múltiple de medias se hizo siguiendo el criterio de Tukey al 0.05% de significancia, el resumen se muestra a continuación:

Cuadro 10. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 3.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28537 Error: 0.0227 gl: 20	SUSTRATO	Medias	Grupo Tukey
	Pulpa café	0.94	A
	Rastrojo de frijol	0.67	A B
	Olote	0.65	B
	Tusa de maíz	0.45	B
	Caña de maíz	0.42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La prueba de Tukey clasifica los tratamientos en base a su media, mostrando como los mejores tratamientos la Pulpa de café y el Rastrojo de frijol, este último con una media de 0.67 de eficiencia biológica, es decir la producción potencial de 0.67 libras de hongo fresco por libra de sustrato utilizado. En consecuencia el uso de Rastrojo de frijol se perfila como una buena opción para su uso en explotaciones comerciales de producción de hongos comestibles.

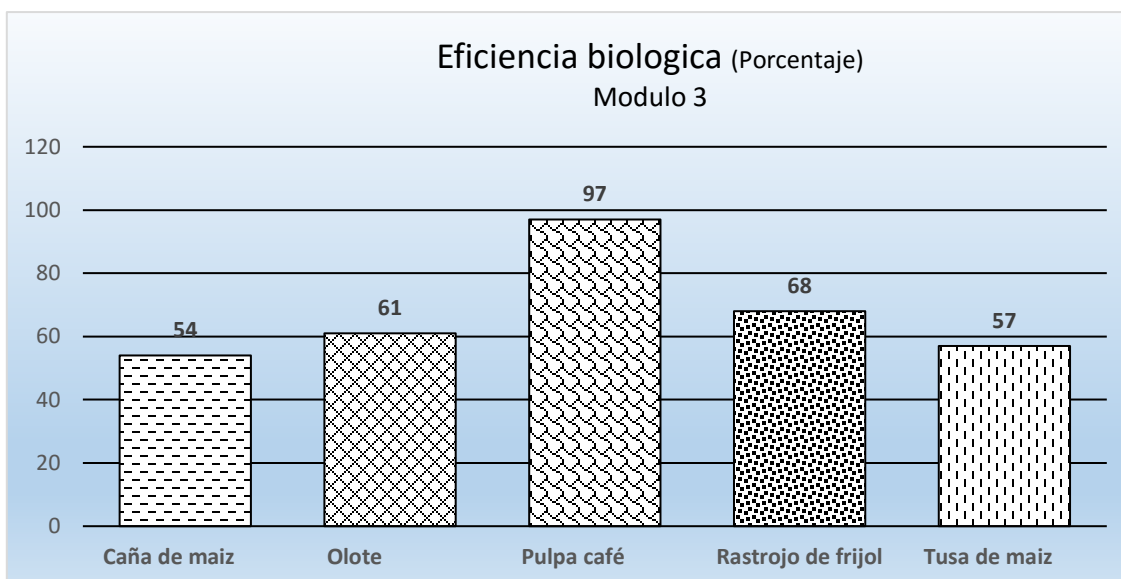


Figura 21. Eficiencia biológica módulo 3.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

MODULO 4:

Cuadro 11. Análisis de varianza de eficiencia biológica para el módulo 4.

Análisis de la varianza					
Variable		R ²	R ² Aj	CV	
EFICIENCIA		0.44	0.32	29.5	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
SUSTRATO	0.61	4	0.15	3.88	0.0172
Error	0.79	20	0.04		
Total	1.4	24			

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

El análisis de varianza muestra con un nivel de confianza del 95% que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se realizó un análisis múltiple de medias para clasificar estadísticamente los tratamientos según sus diferencias en función a la variable eficiencia biológica. La

prueba múltiple de medias se hizo siguiendo el criterio de Tukey al 0.05% de significancia, el resumen se muestra a continuación:

Cuadro 12. Prueba múltiple de medias para la eficiencia biológica del módulo 4.

SUSTRATO	Medias	Grupo Tukey
Pulpa café	0.97	A
Rastrojo de frijol	0.68	A B
Olote	0.61	A B
Tusa de maíz	0.57	B
Caña de maíz	0.54	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La prueba de Tukey clasifica los tratamientos en base a su media, mostrando como los mejores tratamientos la Pulpa de café y el Rastrojo de frijol, este último con una media de 0.68 de eficiencia biológica, es decir la producción potencial de 0.68 libras de hongo fresco por libra de sustrato utilizado. En consecuencia el uso de Rastrojo de frijol se perfila como una buena opción para su uso en explotaciones comerciales de producción de hongos comestibles.

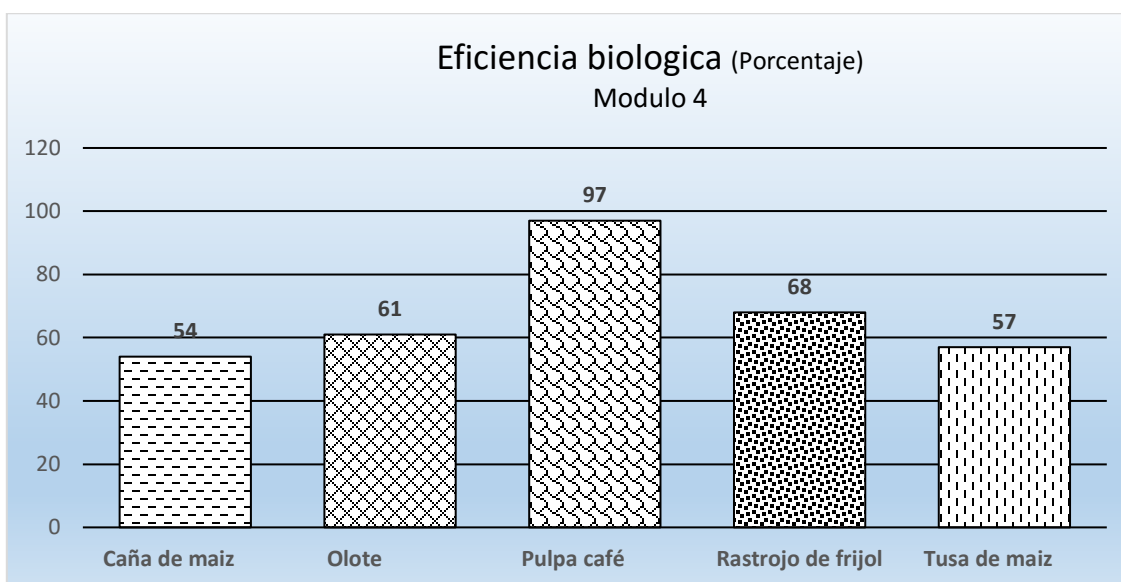


Figura 22. Eficiencia Biológica módulo 4.
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

3.1.1 Discusión de resultados

Elección de sustratos para producción de hongo *Pleurotus ostreatus*:

En el municipio de Camotan, Chiquimula, se logró identificar sustratos con alto potencial para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, estos sustratos se clasificaron de esta manera ya que cumplían con múltiples requisitos para logra una buena producción de hongos comestibles a nivel local.

Las principales características identificadas para un buen sustrato en la producción artesanal es el fácil acceso al mismo, los materiales utilizados fueron todos proporcionados por agricultores participantes de las aldeas beneficiadas, estos materiales fueron colectados luego de las cosechas tradicionales de maíz y frijol en la zona, dándole así un uso alternativo a estos rastrojos, los cuales tradicionalmente son quemados y en muy pocos casos incorporados al suelo como abono orgánico.

Otra característica buscada para clasificar un material como un buen sustrato es el aporte nutricional y la habilidad para la retención de humedad. Ambas características se encontraron en los sustratos utilizados para la evaluación, así mismo se tuvo el cuidado de seleccionar material que no presentara señales de contaminación por otros hongos del suelo o propios del cultivo de origen.

Los materiales utilizados para la evaluación fueron los siguientes:

Caña de maíz: Biomasa residual del cultivo de maíz constituido por el Tallo y las hojas de la planta.

Olote de maíz: El residuo del desgranado del maíz se conoce como olote de maíz, un tejido esponjoso y blanco que representa la médula donde se almacenan las reservas alimenticias del cereal.

Tusa de maíz: La envoltura del maíz la cual está adherida al olote de la planta en la parte inferior, de donde nacen hojas superpuestas y traslapadas en relación unas con otras y así forman la capa protectora del maíz en la mazorca.

Rastrojo de frijol: Constituye toda la masa residual luego de la cosecha de granos de frijol, incluye hojas, tallo y vainas de la planta.

Pulpa de Café (como testigo): Mesocarpio residual del fruto del café luego del proceso de beneficiado del grano.

3.1.2 Días para la colonización del sustrato:

Los días para la colonización de sustrato se tomaron desde el momento en que se realizó la inoculación inicial hasta el momento en que se reflejó una total colonización de sustrato con el hongo, el indicador era el momento en que todo el sustrato tomaba un color blanco característico del micelio sobre su superficie.

Para esta variable los resultados fueron monitoreados los tratamientos en los cuatro módulos de evaluación, sin embargo, no se encontró diferencia entre los resultados obtenidos, siendo 15 días el periodo en que el hongo logro la colonización de los sustratos en evaluación.

No se evidencio ningún tratamiento que favoreciera o mermara la tasa de colonización del hongo, sin embargo, la condición ambiental del área de trabajo favoreció el desarrollo y colonización del hongo en las unidades de trabajo.

3.1.3 Peso fresco total

Para la evaluación del peso fresco de producción de hongos ostra se utilizó una distribución de unidades de producción de por metro cuadrado, el cual en condiciones de distanciamiento ideal puede mantener las condiciones para la ubicación de dos unidades de producción.

Los datos utilizados para la evaluación fueron los consistentes en las dos primeras cosechas o cortes de hongos en la unidad de producción, ya que son las más vigorosas y más representativas de la producción de hongos.

Las cosechas se realizaron cada quince días, por lo tanto, los datos son presentados en forma de producción por corte en libras por metro cuadrado, en función de cada uno de los sustratos en evaluación.

A continuación, se muestra el resumen de los datos obtenidos en los cuales se puede observar que la Pulpa de café resulta el tratamiento con mejores resultados al mostrar una media de 2.87 libras de hongo por corte por metro cuadrado siendo el sustrato Olote el siguiente en importancia de producción con una media de 2.63 libras por corte.

Cuadro 13. Medidas resumen de producción por metro cuadrado

Medidas resumen libras por metro cuadrado						
Sustrato	Media	Desviación estándar	Mín	Máx	Mediana	Suma
Caña de maíz	1.69	0.62	0.65	2.92	1.7	33.87
Olote	2.63	0.47	1.78	3.27	2.64	52.70
Pulpa café	2.87	0.13	2.68	3.08	2.87	57.37
Rastrojo de frijol	2.59	0.82	1.16	4.13	2.55	51.81
Tusa de maíz	2.48	1.08	0.39	4.13	2.51	49.56

Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

Los datos se resumen en la gráfica siguiente:

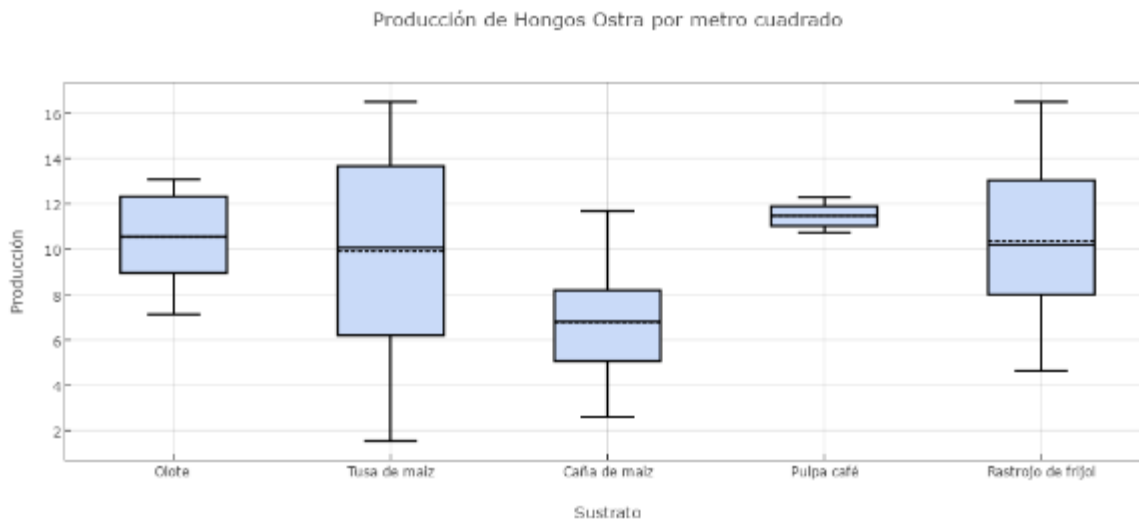


Figura 23. Producción de hongos ostra por metro cuadrado
Fuente: Proyecto FODECYT 047-2013

La grafica anterior muestra la forma de distribución de los datos obtenidos en la evaluación de producción de peso fresco de hongo *Pleutorus ostreatus*, la gráfica muestra como el tratamiento en el que se utilizó la Tusa de maíz como sustrato junto al Rastrojo de frijol presentaron unidades de producción con mayor cantidad de producción de hongos frescos, sin embargo, la Tusa de maíz, también presenta los datos de producción más bajas en la distribución de datos obtenida.

Aunque los tratamientos de Tusa de maíz y Rastrojo de frijol presentan datos altos de producción, la Pulpa de café es quien presenta la mejor media en la distribución de datos, así mismo muestra una distribución en un rango más corto lo que indica una mayor consistencia de datos y asegura la probabilidad de repetitividad de estos datos. Es decir, presenta datos más homogéneos. Dentro de los sustratos evaluados, el Oloca de maíz presenta los datos de producción más estables con una menor variabilidad en su producción.

3.1.4 Eficiencia Biológica

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existían suficientes evidencias estadísticas para encontrar diferencias entre los tratamientos evaluados, el modelo estadístico utilizado fue el diseño completamente al azar ya que cada uno de los tratamientos fue manejado de forma homogénea y sin variables externas que incidieran en la evaluación.

PARTE IV

4.1 CONCLUSIONES

- El tiempo de colonización del micelio de *Pleurotus ostreatus* sobre los diferentes residuos de cosecha evaluados en el municipio de Camotán, Chiquimula tuvo una media general de 15 días y no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.
- Se evaluó la producción obtenida en los diferentes sustratos del hongo *Pleurotus ostreatus* determinando la eficiencia biológica de cada uno de ellos, siendo el Rastrojo de frijol el que presentó los mejores resultados, en el municipio de Camotán, Chiquimula.
- Los rendimientos promedios obtenidos del hongo *Pleurotus ostreatus* por corte en un metro cuadrado en el municipio de Camotán, Chiquimula, fueron de 1.69 libras utilizando Caña de maíz como sustrato, 2.63, 2.59 y 2.48 de libras utilizando como sustratos Rastrojo de frijol, Olote de maíz y Tusa de maíz respectivamente.
- Como parte de la divulgación a autoridades locales, se elaboró el “manual de producción artesanal de hongos ostra”, además de las jornadas de capacitación en las comunidades participantes y las cercanas a estas.

4.2 RECOMENDACIONES

- En función de los resultados obtenidos se hace la recomendación de generar más información sobre rendimiento y producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* utilizando mezclas de sustratos para poder evaluar el impacto de estas sobre el rendimiento del hongo a nivel artesanal.
- Se recomienda la evaluación de producción artesanal de otros hongos comestibles como Champiñón, Shitake, Reishi, entre otros, que puedan ser de importancia económica para las comunidades de la región del corredor seco de Guatemala.

4.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 ARENAS M.D. 1992. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. il. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 64 p.
- 2 Acosta, UL; Bustos, Z. 1998. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*, en la planta PROBIOTEC. Tesis. Q.F.B. Chiapas, México, Universidad Autónoma de Chiapas. 57 p.
- 3 Alpuche, G. y O. Paredes; *Potencial en la biotecnología para la producción de hongos comestibles empleando desperdicios agrícolas*. Acta Universitaria: México, 1(4), 1-15 (1996.)
- 4 Camacho Sánchez Ma. Guadalupe, et al, Selección de sustratos para producir Hongos Setas (*Pleurotus ostreatus*) , 18 de Junio del 2003,11p.,Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. "ingeniería en sistemas"
- 5 Cardona Urrea, LF. 2001. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (en línea). Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Crónica Forestal y del Medio Ambiente 16(6):99-119. Consultado 21 jul. 2004. Disponible en <http://www.colforest.com.co/revista/vol16/Articulo6FernandoCardona.pdf>.
- 6 CENTRO DE INVESTIGACIONES ECOLÓGICAS DEL SURESTE. (CIES) 1993. Producción de hongos comestibles. Compilado por José Sánchez. Tapachula, México. P. 8-74
- 7 CIA. 2003. *Hongos comestible. Características, cultivo y comercialización*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 102 pp.
- 8 Cimmerman, E. 1990. Cultivo de setas: alternativa alimenticia de la economía familiar (en línea). Veracruz, México. Universidad Veracruzana, Centro de Genética Forestal. Consultado 17 feb. 2000. Disponible en <http://www.uv.mx/institutos/forest/hongos/setas.html>.
- 9 Cruz, JR, De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 10 DE LEÓN R., GUZMÁN G., MARTÍNEZ-CARRERA D. 1988. Planta productora de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en Guatemala. Revista Mexicana de Micología. 4:297-301.
- 11 Duque, J. 1999. ¿Cómo se cultiva el champiñón ostra? (en línea). Chile. Consultado 13 abr. 2000. Disponible en <http://geocities.com/RainForest/Andes/1930/cultivo.html>.
- 12 España, H. 2001. Evaluación de la utilización de frutos de cushin (*Inga micheliana*) y frutos de hule (*Hevea brasiliensis*) para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 39 p.
- 13 FAO. 2,005 Anuario Estadístico de Agricultura (Productos agrícolas). vol. 59. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- 14 Galicia, R 1994. "Introducción, importancia, características generales y clasificación de los hongos".—Habana: ICIDCA.— 43 h.
- 15 García M.; *Cultivo de setas y trufas*. Editorial Mundi. Madrid, España, 2-255 (1987)

- 16 García Ramos, DA. 2000. Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays* L.) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.) como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 37 p.
- 17 García Rollán, Mariano. "Cultivo Industrial de *Pleurotus ostreatus*". Pesca y Alimentación. Publicaciones de Extensión Agraria, Num 11/28 HD: Ministerio de Agricultura, Corazón de María, 8.28002, Madrid, España.
- 18 Girón De León, DF. 2000. Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en subproductos lignocelulosicos derivados de la agroindustria de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 53 p.
- 19 INE. 2003. IV Censo nacional agropecuario. Tomo II, Numero de fincas censales, superficie cosechada, producción obtenida de cultivos anuales o temporales y viveros. Guatemala
- 20 Lee Pazos; L. E. Setas más Importantes, Distribuidas en la República de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte. Guatemala. 1994.
- 21 León-Chocooj, DE 1988. Planta productora de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*.) en Guatemala. Revista Mexicana de Micología (MX) 4:296-301.
- 22 MAGA. 2003, 2004, 2005. Anuario Estadístico de precios de productos e insumos agropecuarios. Unidad de políticas e información estratégica. Guatemala.
- 23 Martínez-Carrera, D., A. et al., 2000. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D. F. Pp. 193-207.
- 24 Medina R. y C. Cisterna; Hongos comestibles (2002) Disponible en: <http://www.micotec.cl/oportunidades.html>. Micotec Ltda. Acceso: 15 de julio de 2011.
- 25 Sánchez, JE et al. 2001. La Biología y El Cultivo de *Pleurotus* spp. 1ra. Edición. México. 19-21, 170-179 p.
- 26 Soria, J. 1975. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 283-293.
- 27 Villareal, L. "Análisis ecológico de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz". Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, 1994.
- 28 _____ Prensa Libre. Distintas Publicaciones; Año 2009, 2010, 2011. Guatemala.
- 29 _____ El Periódico. Distintas Publicaciones; Año 2009, 2010, 2011. Guatemala.
- 30 _____ Diario Siglo Veintiuno. Distintas Publicaciones; Año 2009, 2010, 2011. Guatemala

4.4 ANEXOS

4.4.1 Anexo 1. Datos de campo

MODULO 1				MODULO 2			
Sustrato	Peso seco	Primer corte	Segundo corte	Sustrato	Peso seco	Primer corte	Segundo corte
Olote	17.1	6.3	6.0	Olote	17.1	5.2	3.1
Tusa de maiz	18.4	7.3	8.4	Tusa de maiz	18.4	5.2	9.8
Caña de maiz	14.3	7.5	4.2	Caña de maiz	14.3	4.1	3.9
Pulpa café	12.0	5.6	6.0	Pulpa café	12.0	5.3	5.5
Rastrojo de frijol	16.8	6.3	7.0	Rastrojo de frijol	16.8	0.5	7.7
Olote	17.1	5.7	6.3	Olote	17.1	5.7	3.5
Tusa de maiz	18.4	4.1	6.7	Tusa de maiz	18.4	3.1	2.6
Caña de maiz	14.3	3.7	5.7	Caña de maiz	14.3	2.6	1.7
Pulpa café	12.0	5.4	6.5	Pulpa café	12.0	5.4	6.0
Rastrojo de frijol	16.8	3.6	6.7	Rastrojo de frijol	16.8	6.2	3.6
Olote	17.1	6.8	5.7	Olote	17.1	4.5	2.6
Tusa de maiz	18.4	1.5	3.6	Tusa de maiz	18.4	4.6	1.5
Caña de maiz	14.3	1.5	1.8	Caña de maiz	14.3	1.0	2.8
Pulpa café	12.0	6.0	5.5	Pulpa café	12.0	6.2	6.2
Rastrojo de frijol	16.8	3.6	6.4	Rastrojo de frijol	16.8	6.7	4.9
Olote	17.1	9.8	1.5	Olote	17.1	9.3	3.6
Tusa de maiz	18.4	1.5	8.3	Tusa de maiz	18.4	2.6	3.1
Caña de maiz	14.3	3.1	2.1	Caña de maiz	14.3	6.4	5.0
Pulpa café	12.0	6.3	5.2	Pulpa café	12.0	6.1	6.2
Rastrojo de frijol	16.8	2.6	4.1	Rastrojo de frijol	16.8	7.2	2.6
Olote	17.1	5.7	3.6	Olote	17.1	4.8	3.9
Tusa de maiz	18.4	2.1	7.7	Tusa de maiz	18.4	1.5	8.8
Caña de maiz	14.3	1.5	1.1	Caña de maiz	14.3	3.1	4.3
Pulpa café	12.0	5.3	5.8	Pulpa café	12.0	5.5	5.3
Rastrojo de frijol	16.8	5.7	4.7	Rastrojo de frijol	16.8	7.2	5.7

MODULO 3				MODULO 4			
Sustrato	Peso seco	Primer corte	Segundo corte	Sustrato	Peso seco	Primer corte	Segundo corte
Olote	17.1	8.3	4.8	Olote	17.1	8.3	1.0
Tusa de maiz	18.4	6.7	3.6	Tusa de maiz	18.4	7.2	5.2
Caña de maiz	14.3	5.7	1.4	Caña de maiz	14.3	5.2	3.2
Pulpa café	12.0	5.2	5.6	Pulpa café	12.0	5.7	6.6
Rastrojo de frijol	16.8	9.3	6.7	Rastrojo de frijol	16.8	3.1	2.6
Olote	17.1	7.8	5.1	Olote	17.1	6.2	4.1
Tusa de maiz	18.4	3.1	7.2	Tusa de maiz	18.4	0.5	1.0
Caña de maiz	14.3	2.1	3.9	Caña de maiz	14.3	4.6	1.1
Pulpa café	12.0	5.9	4.9	Pulpa café	12.0	5.5	5.6
Rastrojo de frijol	16.8	3.6	5.7	Rastrojo de frijol	16.8	7.9	6.3
Olote	17.1	3.8	4.5	Olote	17.1	6.2	4.6
Tusa de maiz	18.4	1.5	4.6	Tusa de maiz	18.4	11.9	3.6
Caña de maiz	14.3	2.1	2.8	Caña de maiz	14.3	5.2	3.5
Pulpa café	12.0	6.0	5.5	Pulpa café	12.0	5.9	6.2
Rastrojo de frijol	16.8	2.6	4.1	Rastrojo de frijol	16.8	7.2	5.9
Olote	17.1	4.3	4.2	Olote	17.1	8.8	2.6
Tusa de maiz	18.4	3.6	4.6	Tusa de maiz	18.4	9.3	7.2
Caña de maiz	14.3	3.9	2.6	Caña de maiz	14.3	3.3	4.7
Pulpa café	12.0	5.9	6.1	Pulpa café	12.0	6.0	5.9
Rastrojo de frijol	16.8	8.3	8.3	Rastrojo de frijol	16.8	2.1	2.6
Olote	17.1	7.3	5.4	Olote	17.1	6.7	3.6
Tusa de maiz	18.4	4.1	2.6	Tusa de maiz	18.4	9.8	6.7
Caña de maiz	14.3	3.9	1.4	Caña de maiz	14.3	3.5	4.3
Pulpa café	12.0	5.3	5.8	Pulpa café	12.0	5.8	5.2
Rastrojo de frijol	16.8	3.6	4.1	Rastrojo de frijol	16.8	7.2	3.1

4.4.2 Anexo 2. Construcción de módulos de producción




Anexo 2. Continuación...



Anexo 2. Continuación...



4.4.3 Anexo 3. Material audiovisual utilizado en las jornadas de capacitación:
“Producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus*)”



Producción de hongo ostra
(Pleurotus ostreatus)

Proyecto FODECYT 047-2013
“Evaluación del crecimiento y producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), bajo condiciones artesanales utilizando restos de cosecha en el municipio de Camotán, Chiquimula”.

Sustratos ?



Tipos de sustratos

Recolección de sustratos

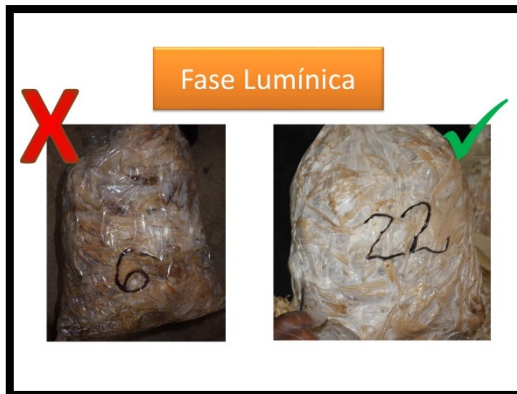
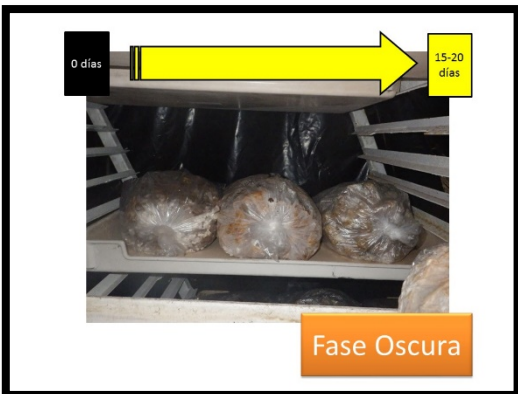


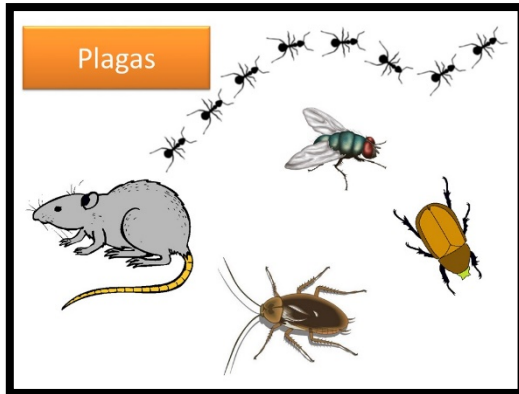
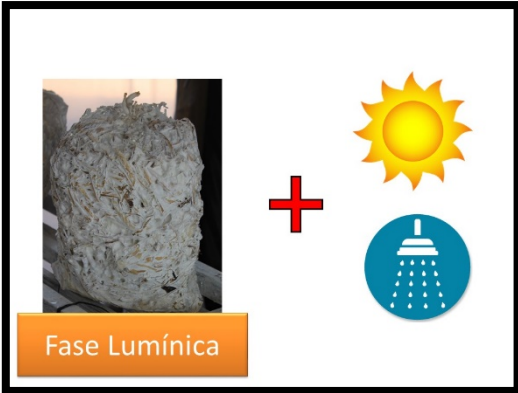


Selección y picado



Desinfección de sustratos





Enfermedades



Prevención



4.4.4 Anexo 4. Material audiovisual utilizado en las jornadas de capacitación:
“Buenas prácticas de manufactura”



Que son BPM

Es una herramienta para poder tener productos seguros para el consumo humano, en base a la higiene



DEFINICIONES

HIGIENE: Conjunto de condiciones y medidas necesarias para la mantener la limpieza de los alimentos en todas las etapas de producción



CONTAMINANTES:

Cualquier materia extraña u otras sustancias que hagan perder la limpieza de los alimentos



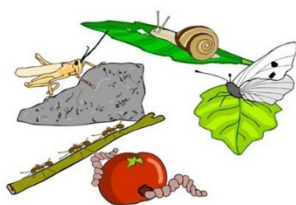
Tipos de contaminación

- **FÍSICAS:** vidrio, piedras, polvo, elementos extraños como cabellos, etc.



Tipos de contaminación

- **BIOLÓGICAS:** insectos, bacterias, hongos, levaduras, virus, parásitos.



Tipos de contaminación

- **QUÍMICAS:** residuos de plaguicidas, mal uso de productos de limpieza.



REQUISITOS DE LAS BPM

- LOCALIZACION: Evitar focos de contaminación



- Instalaciones: Seguras y libres de plagas



- Construcción: Debe brindar protección y contar con espacio suficiente



- Distribución de áreas: mantener el orden, para evitar contaminación



- Condiciones: Permitir adecuado mantenimiento, evitar acumulación de polvo, garantizar las condiciones de limpieza.



- Instalaciones sanitarias:
Baños limpios, en buen estado.



- Utilizar agua potable en todo momento, para beber y lavar



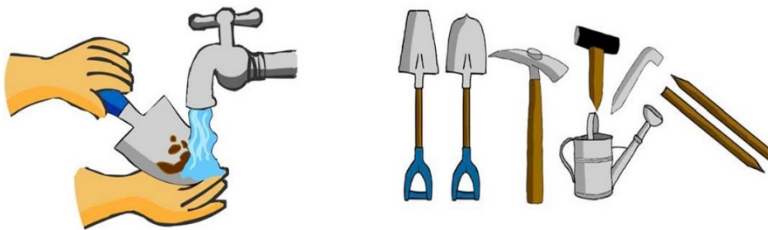
- El agua debe ser hervida o clorada de ser necesario.



- Eliminación de desechos: Basura y residuos

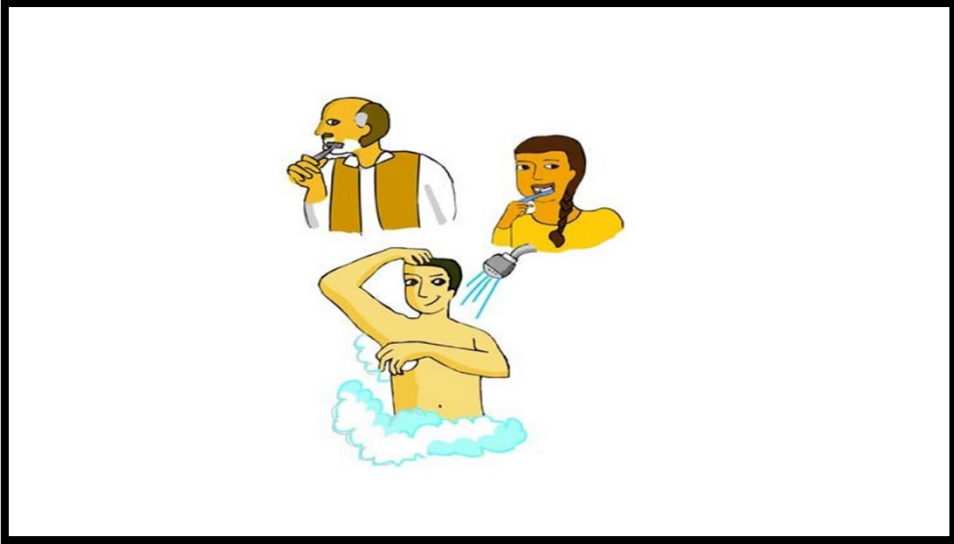


- Equipo y herramienta: Se deben mantener limpios y en buen estado



- Limpieza del personal:





NO

- Fumar
- Masticar "chicle"
- Comer en el lugar de trabajo
- Estornudar o toser sobre los alimentos,
- Cualquier actividad que pueda contaminar los alimentos



NO

- Relojes
- Anillos
- Aretes
- Pulseras
- Cadenas
- Cualquier contaminante



Para tener un resultado óptimo en las BPM son necesarios **CONTROLES** que aseguren el cumplimiento de los procedimientos para lograr la calidad y garantizar la limpieza.

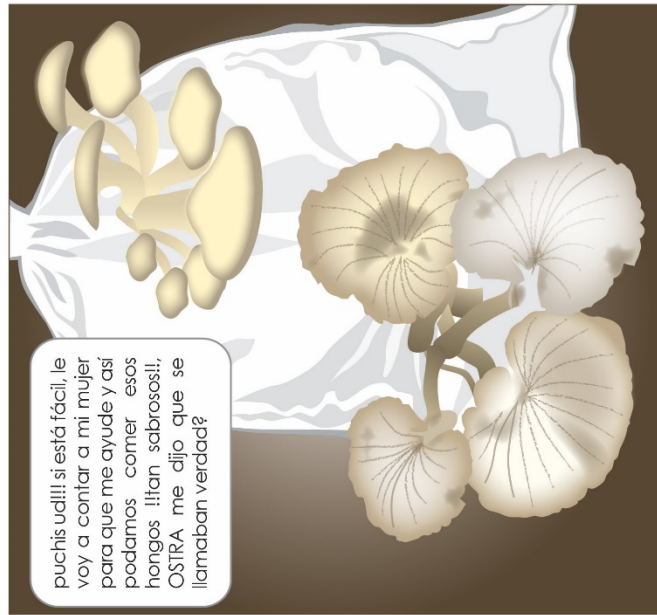


Las BPM son responsabilidad de TODOS.

4.4.5 Anexo 5. Manual de producción de hongos ostra *Pleurotus ostreatus*



Cuando crezcan y se pongan colochos de las orillas ya están para echarlos al fuego y saborearlos!!



puchis ud!!! si está fácil, le voy a contar a mi mujer para que me ayude y así podemos comer esos hongos !!tan sabrosos!., OSTRA me dijo que se llamaban verdad?

Si don! yo ya empecé con los míos, ahí lo voy a invitar cuando tenga mi primera cosecha.

GRACIAS DON ANGEL!!! Ya me voy a preparar mi siembra de hongos..... Josefina, Josefina no vayas a quemar la tusa.....

COMO SEMBRAR HONGOS OSTRA

MANUAL PARA
LA PRODUCCION ARTESANAL DEL HONGO COMESTIBLE "OSTRA"
(*Pleurotus ostreatus*)

PROYECTO FODECYT 047-2013

Ing. Agr. David Mauricio Guzmán Mejía
guzmau@gmail.com

PASO 11

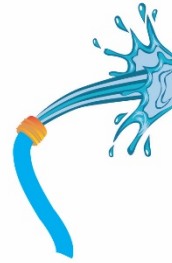
SACAR LAS BOLSAS A LA LUZ



Cuando las bolsas ya estén blancas como algodón, ya las puede sacar a que reciban luz y hay que hacerle más hoyitos a las bolsas

PASO 12

REGAR 2 A 3 VECES AL DIA



De ahí en adelante, debe regar el cuarto donde coloque las bolsas de 2 a 3 veces al día y cuando menos se lo imagine ya van a comenzar a salir los hongos.

pag 2

pag 19

PASO 10

PINCHAR LAS BOLSAS

cuando las bolsas cumplan 5 días después de sembradas tiene que agarrar un cuchillo DESINFECTARLO con alcohol y pinchar la bolsa en la parte de arriba, con cada bolsa



que pinche tiene que echarle alcohol al cuchillo, y dejarlas a oscuras **15 días más**, hasta que mire que las bolsas están blancas y llenas de algo que parece algodón.

¿Qué pasa si no abro los hoyitos a los 5 días?

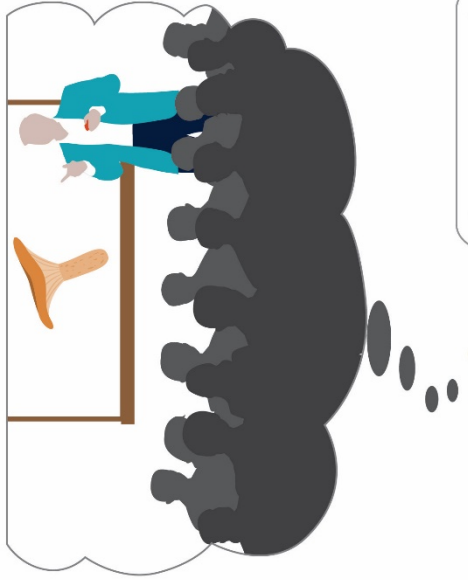
Entonces el hongo no le va a crecer. Debe revisar todos los días para ver cuando se pone blanca la bolsa.

Y cuando vea las bolsas blancas, que hago?



Buen día don Angel, ¿Cómo está, usted? Fíjese que don Silvestre, el de la tienda, me invitó a comer ayer y me dió unos HONGOS que estaban riquísimos! le pregunté donde los compró y me dijo que él los cosechó, usted sabe algo de eso, ¿cómo se siembran los hongos?

Buenos días don Miguel, fíjese que si sé algo de eso, déjeme le voy a contar...



...la semana pasada "mañané" a recibir una capacitación y aprendí algunas cosas sobre como cultivar hongos comestibles, de unos que les dicen **hongos ostra**.

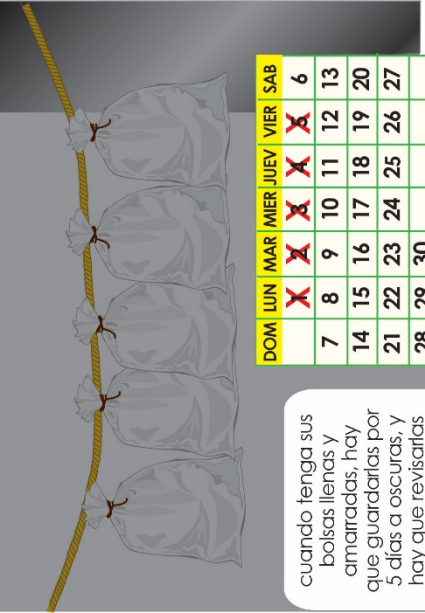
...Si viera, que no es nada complicado usted, es bien facilito.

pag 4

cada bolsita de semilla de hongo le alcanza para hacer hasta tres bolsas de arropa, pero hay se acuerda que antes de comenzar a llenar otra bolsa tiene que echarse alcohol en las manos, y si la semilla o el rastrojo, se le cae al suelo o se le sale de la bolsa ya no se puede usar.



PASO 9
GUARDAR TODAS LAS BOLSAS A OSCURAS



cuando tenga sus bolsas llenas y amarradas, hay que guardarlas por 5 días a oscuras, y hay que revisarlas todos los días.

DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB
	X	X	X	X	X	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

pag 17

PASO 8

SEMBRAR LOS HONGOS

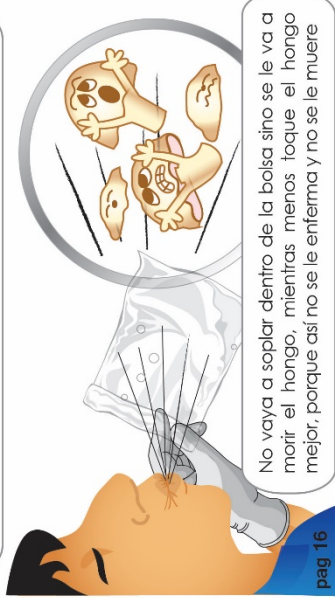
Si, cuando se hayan enfriado los costales ya se meten al cuarto, entonces como ya está listo para sembrar

1
Tiene que ponerse los guantes, la mascarilla y la redicilla; tomar una bolsa de arriba y le echa una capa de olofe picado,

2
Luego con cuidado abre su bolsa de semilla y le pone un poco de la semilla a su bolsa encima del olofe,



después le echa otra capa de olofe, y le vuelve a echar más maicillo con hongo y así sigue hasta que se llene su bolsa.



No vaya a soplar dentro de la bolsa sino se le va a morir el hongo, mientras menos toque el hongo mejor, porque así no se le enferma y no se le muere

pag 16



..véngase pues, nos tomamos un atollito y le voy contando....vamos, vamos...

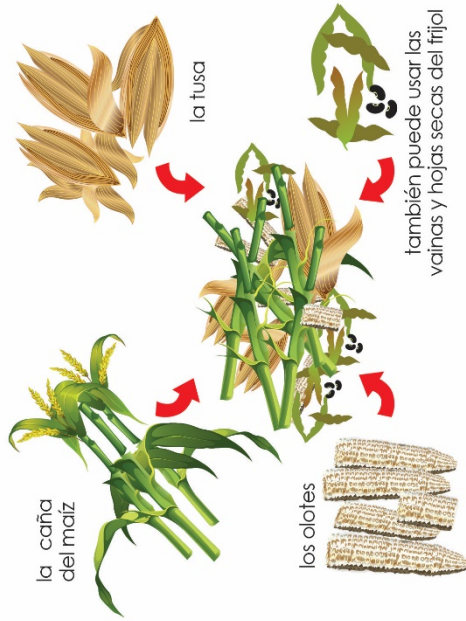
En serio don Ángel y qué es lo que hay que hacer cuénteme, es que viera qué ricos estaban! y quiero que en mi casa los prueben.

Mire don Miguel, usted que siembra maicito en invierno, lo primero tiene que hacer es juntar el rastrojo de su cosecha para sembrar en él.

PASO 1

JUNTAR EL RASTROJO

Todo lo que queda después de la cosecha de su maicito



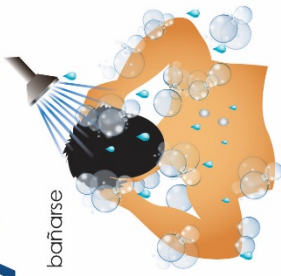
Debe revisar que no esté negro, que no tenga enfermedades o plagas, hay que guardarlos en costales y ponerlos donde no les caiga agua, hay que tirar todo el material que se mire con manchas negras o azules.

pag 6

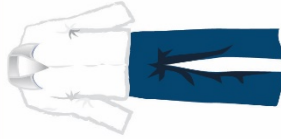


pag 15

PASO 7 PREPARACION DE LAS PERSONAS



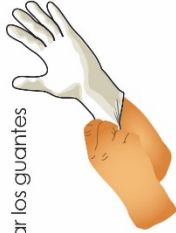
bañarse



ropa limpia

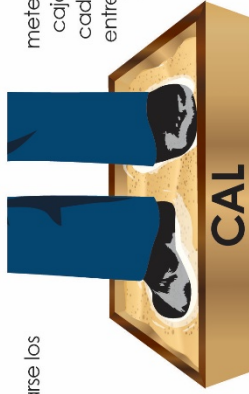


desinfectarse con alcohol



usar los guantes

desinfectarse los zapatos



meterlos en una caja con cal cada vez que entre al cuarto limpio

Cuando ya tenga todo limpio, tiene que poner en el piso un cajón con cal y cada vez que entre al cuarto tiene que limpiarse los zapatos y pararse encima de la cal, hay que recordar, que para ir a sembrar tiene que llevar ropa limpia, mejor si se baña y se lava las manos con agua y jabón.

pag 14



Deveras usted? y eso sirve para algo pues? yo le prendo fuego a eso usted...

aaaaahhh!!

¡No don Miguel! ya no lo quemé, eso sirve... fíjese que si tiene frijol, también puede usar los restos de la vainas y la planta seca también!

bueno!! y después ¿qué hago con el rastrojo?

lo va a usar para cosechar los riquísimos hongos.

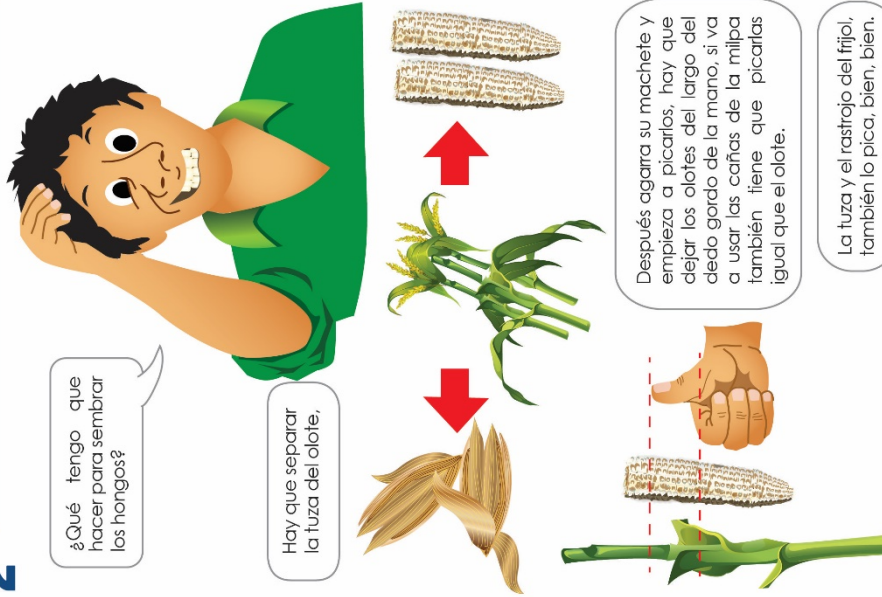
pag 7

PASO 2

PREPARAR EL RASTROJO

¿Qué tengo que hacer para sembrar los hongos?

Hay que separar la tuza del olote,



pag 8

PREPARAR LOS ELEMENTOS PARA LA SIEMBRA

PASO 6

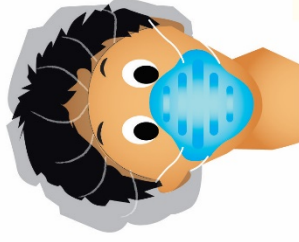
Tiene que conseguir



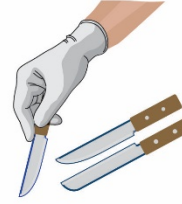
guantes



bolsas transparentes de una arroba



redécilla para el pelo y tapaboca



cuchillos pequeños



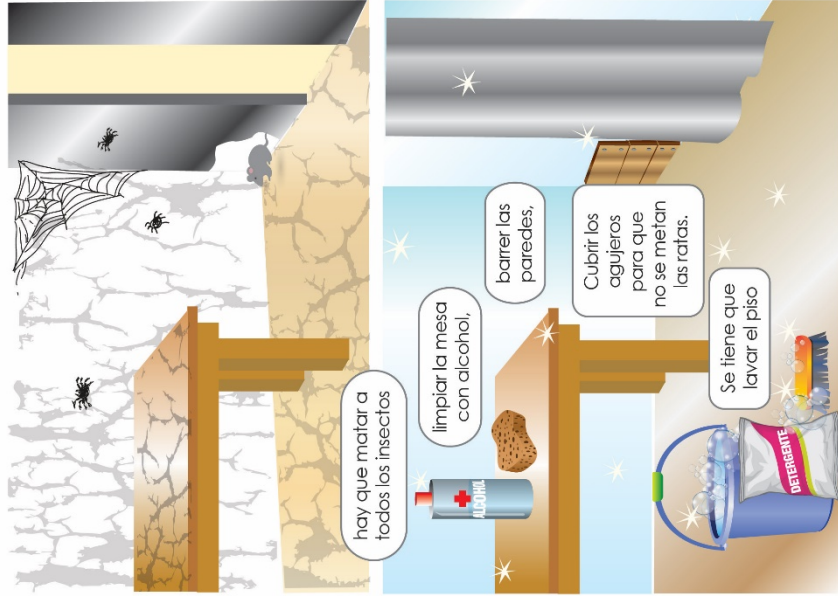
desinfectarlos con alcohol

pag 13

PASO 5

PREPARAR UN LUGAR - UN CUARTO

En lo que se enfrían los costales hay que limpiar un cuarto para que crezcan los hongos, donde no corra mucho el aire, además tiene que conseguir una mesa



pag 12

PASO 3

DESINFECTAR TODO

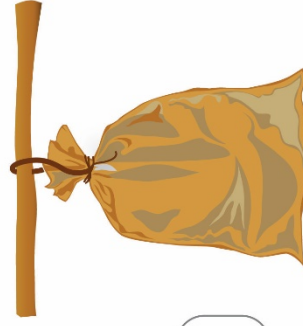
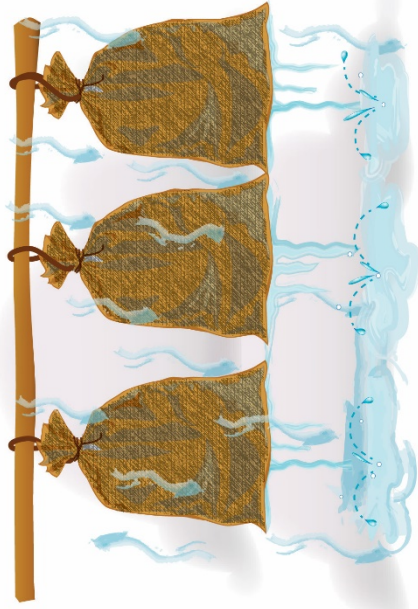
Después de que lo haya picado bien bien, lo guarda en costales y los amarra. Que queden bien cerrados.



pag 9

ESCURRIR LOS COSTALES SIN ABRIRLOS **PASO 4**

Después de desinfectar cada costal, hay que sacarlos y dejarlos que escurran pero sin abrir los costales.



Se escurren en un lugar donde no corra mucho aire

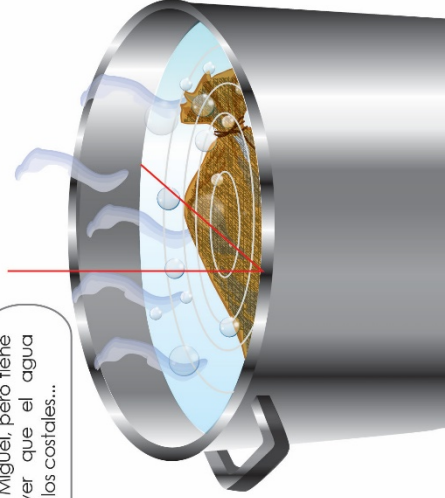
y se dejan ahí hasta que se enfrían. Mientras hacemos lo siguiente...

pag 11



Don Ángel no tengo toneles usted, ¿Puedo poner los costales en una olla para cocer tamales que tiene mi doña en la casa?

si Don Miguel, pero tiene que ver que el agua cubra los costales...



pag 10

PARTE V

5.1 INFORME FINANCIERO

AD-R-0013							
FICHA DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA							
LINEA: FODECYT							
Nombre del Proyecto:			<i>"Evaluación del crecimiento y producción del hongo Ostra Pleurotus Ostreatus bajo condiciones artesanales utilizando restos de cosecha en el municipio de Camotán, Chiquimula"</i>				
Numero del Proyecto:			047-2013				
Investigador Principal y/o Responsable del Proyecto:			ING. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN				
Monto Autorizado:			Q304,500.00		Orden de Inicio (y/o Fecha primer pago) 1/02/2014		
Plazo en meses			13 meses		1a. PRÓRROGA AL 31/07/2015		
Fecha de Inicio y Finalización:			01/02/2014 al 28/02/2015				
Grupo	Renglon	Nombre del Gasto	Asignación Presupuestaria	TRANSFERENCIA		Ejecutado	Pendiente de Ejecutar
				Menos (-)	Más (+)		
0		SERVICIOS PERSONALES					
	035	Retribuciones a Destajo	Q 45,000.00	Q 0.10	Q 17,233.00	Q 62,232.90	Q -
1		SERVICIOS NO PERSONALES					
	121	Divulgación e información	Q 2,000.00	Q 1,000.00	Q 11,114.49	Q 8,800.00	Q 3,314.49
	122	Impresión, encuadernación y reproducción			Q 1,000.00		Q 1,000.00
	133	Viáticos en el interior	Q 28,000.00	Q 1,000.00	Q 2,976.00	Q 29,976.00	Q -
	181	Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad	Q 132,000.00			Q 132,000.00	Q -
	181	Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad (Evaluación externa de Impacto)	Q 8,000.00				Q 8,000.00
	185	Servicios de capacitación	Q 2,000.00		Q 6,000.00	Q 8,000.00	Q -
2		MATERIALES Y SUMINISTROS					Q -
	211	Alimentos para personas	Q 20,000.00	Q 20,000.00			Q -
	214	Productos agroforestales, madera, corcho y sus manufacturas	Q 15,000.00	Q 10,913.00		Q 4,087.00	Q -
	215	Productos agropecuarios para comercialización	Q 4,500.00	Q 50.00	Q 1,000.00	Q 5,450.00	Q -
	223	Piedra, arcilla y arena	Q 2,500.00	Q 600.00		Q 1,900.00	Q -
	241	Papel de escritorio			Q 1,194.01	Q 1,194.01	Q -
	254	Artículos de caucho	Q 3,000.00	Q 792.00		Q 2,208.00	Q -
	261	Elementos y compuestos químicos	Q 3,000.00	Q 30.00	Q 3,000.00	Q 5,970.00	Q -
	262	Combustibles y lubricantes	Q 20,000.00	Q 14,910.00		Q 5,090.00	Q -
	264	Insecticidas, fumigantes y similares	Q 1,000.00	Q 566.50	Q 500.00	Q 933.50	Q -
	267	Tintes, pinturas y colorantes		Q 52.05	Q 2,932.05	Q 2,880.00	Q -
	268	Productos plásticos, nylon, vinyl y pvc	Q 5,000.00	Q 273.85	Q 3,184.00	Q 7,910.15	Q -
	271	Productos de arcilla		Q 200.00	Q 2,600.00	Q 2,400.00	Q -
	274	Cemento	Q 3,000.00	Q 2,600.00		Q 400.00	Q -
	283	Productos de metal		Q 384.00	Q 1,000.00	Q 616.00	Q -
	284	Estructuras metálicas acabadas	Q 3,000.00	Q 3,000.00			Q -
	286	Herramientas menores	Q 2,500.00	Q 101.95	Q 2,000.00	Q 4,398.05	Q -
	291	Útiles de oficina		Q 448.50	Q 1,000.00	Q 551.50	Q -
	292	Útiles de limpieza y productos sanitarios		Q 35.40	Q 1,000.00	Q 964.60	Q -
	295	Útiles menores médico-quirúrgicos y de laboratorio		Q 346.20	Q 2,500.00	Q 2,153.80	Q -
3		PROPIEDAD, PLANTA, EQUIPO E INTANGIBLES					Q -
	323	Equipo médico-sanitario y de laboratorio			Q 2,070.00	Q 2,070.00	Q -
	329	Otras maquinarias y equipos	Q 5,000.00	Q 5,000.00			Q -
		GASTOS DE ADMÓN. (10%)					Q -
			Q 304,500.00	Q 62,303.55	Q 62,303.55	Q 292,185.51	Q 12,314.49
		MONTO AUTORIZADO	Q 304,500.00			Disponibilidad Q 12,314.49	
		(-) EJECUTADO	Q 292,185.51	Q -			
		SUBTOTAL	Q 12,314.49			REINTEGRO Q.5625.00	
		(-) ANTICIPO PARA GASTOS MENORES					
		TOTAL POR EJECUTAR	Q 12,314.49				

5.1.1 Descripción por rubros de los recursos solicitados.

REGLON 035 Personal a destajo

Se establecieron los parámetros a través de una visita de campo por lo que se determinó que se contratarán alrededor de 750 jornales (Q.60.00 cada uno) por los trece meses de duración de la investigación para lograr cumplir con los objetivos, planteados en el proyecto, estos jornales se estarán rotando en los distintos puntos de trabajo de acuerdo a la necesidad requerida en cada uno.

REGLON 122 Impresión, encuadernación y reproducción

Este rubro fue utilizado para la impresión y encuadernación de documentos, los cuales contendrán toda la información recabada, así como las técnicas de cultivo, los cuales serán entregados a las comunidades beneficiadas en las jornadas de capacitación.

REGLON 133 Viáticos en el interior

Para satisfacer plenamente los objetivos del proyecto este comprende diferentes visitas y giras de campo durante el desarrollo del mismo a través del tiempo y en las áreas de trabajo determinadas. La participación de los investigadores en el seguimiento del proyecto será continua para obtener resultados consistentes.

REGLON 185 Servicios de capacitación

Estos servicios se enfocaron para los servicios de capacitación de expertos en distintas temáticas concernientes al proyecto y en función de los talleres a realizar, además de contemplar el alquiler de sillas, mesas y otros enseres necesarios para una mejor estadía en las instalaciones en las que se realice la capacitación.

REGLON 214 Productos agroforestales (insumos)

Los productos agroforestales se tomarán como aquellos insumos que se utilizaron para la realización de infraestructura como estanterías de cultivo, construcción de galeras de producción, cercos, comprando principalmente: madera, mangos para herramientas, postes, madera para leña etc.

REGLON 215 Productos agropecuarios para comercialización (insumos)

Compra de semilla o cepa de *Pleurotus ostreatus*, para la producción del hongo comestible, con un precio promedio de Q.30.00 por libra.

REGLON 223 Piedra arcilla y arena (insumos)

Se utilizo para el mantenimiento y la reparación de las instalaciones como lo son los patios de cultivo, los patios de acopio y estructuras.

REGLON 233 Prendas de vestir

Compra de utensilios, para el uso de los productores en las áreas de producción para mantener la sanidad del cultivo, asi como de gorras y mascarillas.

REGLON 241 Papel de escritorio

Compra de papel bond blanco, los cuales fueron utilizados para la impresión de informes de avances, documentos de apoyo y cualquier otro tipo de impresión o anotación necesaria para la elaboración del informe final.

REGLON 242 Papeles comerciales, cartones y otros

Este rubro fue utilizado para la adquisición de folders y sobres manila, los cuales serán utilizados para el archivo, transporte y envío de toda la papelería que será utilizada para el desarrollo del proyecto.

REGLON 254 Artículos de caucho

Compra de guantes de caucho y botas de hules para mantener la sanidad dentro de las áreas de producción, así como la compra de mangueras para el riego de las áreas de producción.

REGLON 261 Elementos y compuestos químicos.

Compra de compuestos químicos utilizados para la desinfección de materiales y del personal a cargo de la producción.

REGLON 262 Combustibles y lubricantes

Este rubro comprendio la compra de combustibles y lubricantes para vehículos para la movilización de ida y vuelta de los investigadores y técnicos de la ciudad capital hacia el municipio de Camotan. Este también cubrio los gastos de movilización dentro de los distintos puntos de trabajo dentro del área del proyecto, traslado de materiales, traslado de equipo, transporte de personal y otros insumos del proyecto.

REGLON 264 Insecticidas, Fumigantes y Similares

Insumos necesarios para mantener la sanidad del cultivo de hongos comestibles, los cuales serán adquiridos de acuerdo a las necesidades que se presenten durante la realización del proyecto.

REGLON 267 Tintes, pinturas y colorantes

Este rubro fue destinado a la compra de cartuchos de tinta para impresora tanto de tinta negra como a color para ser utilizados para la impresión de informes, mapas, documentos y cualquier otro tipo de impresión necesaria para el desarrollo de la investigación.

REGLON 268 Productos plásticos, nylon, vinil y pvc

Compra de bolsas plásticas, nylon para camas de cultivo, plástico protector, así mismo la adquisición de toneles de plástico, cajas y cubetas para el transporte de agua y materiales así como su utilización en el montaje de los cultivos.

REGLON 274 Cemento

Este fue utilizado para la elaboración de la infraestructura necesaria para los módulos de producción en las zonas de trabajo, esto incluirá la elaboración de mesas de cultivo, columnas para cerco, etc.

REGLON 284 Estructuras metálicas acabadas

Este reglón fue destinado para la compra de láminas necesarias para la construcción de los módulos de producción utilizados durante el desarrollo del proyecto.

REGLON 286 Herramientas menores

Este rubro fue utilizado para la adquisición de herramienta para la realización de las distintas actividades a desarrollarse a lo largo del proyecto, tales como machetes, palas, azadones, rastrillos, carretillas de mano, cuchillas, regaderas de metal, bombas de mochila, etc.

REGLON 292 Útiles de limpieza y productos sanitarios

Se utilizaron escobas y cepillos para mantener la limpieza y sanidad de los módulos de producción, actividad primordial para asegurar el éxito en la producción de hongos comestibles.

REGLON 329 Otras maquinarias y equipos

Este rubro fue utilizado para la adquisición del equipo necesario para las labores de post-cosecha y almacenaje de la producción.

Descripción de recursos que apporto la Facultad de Agronomía en el proyecto.

Reglón	Descripción	Valor
1 Servicios no personales	Por concepto de uso de instalaciones, luz, teléfono, correo electrónico y otros servicios no contemplados en el presupuesto del proyecto	Q.30,000.00
122 Impresión, encuadernación y reproducción	Costo de impresión y encuadernación de informes mensuales e informe final	Q.10,000.00
155 Arrendamiento de medios de transporte	Valor por uso del medio de transporte de la Facultad de Agronomía, haciendo un recorrido total aproximado de 45,000 kilómetros, durante el desarrollo del proyecto.	Q.150,000.00
161 Mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo de producción	Por concepto de compra de lubricantes, repuestos y mano de obra para el mantenimiento del vehículo proporcionado por la Facultad de Agronomía.	Q.20,000.00
181 Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad	Honorarios del investigador principal, 2 horas por 13 meses (Q.1,282.00/hr)	Q.33,332.00
299 Otros materiales y suministros	Por concepto del uso de mobiliario de oficina (sillas, escritorio, archivo, mesas, etc.) de la Facultad de Agronomía	Q.2,000.00
329 Otras maquinarias y equipo	Por concepto de uso de computadores de la Facultad de Agronomía, para elaboración de informes, consultas en línea e impresión de documentos.	Q.8,000.00
	Total	Q.253,332.00