

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-
CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**PROYECTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE HONGO SHIITAKE
(*Lentinus edodes (Berk) Sing.*), EN EL MUNICIPIO DE COBÁN,
DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

MIRNA CAROLINA HASS TERCERO

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2016.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PROYECTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE HONGO SHIITAKE
(*Lentinus edodes (Berk) Sing.*), EN EL MUNICIPIO DE COBÁN,
DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

**POR:
MIRNA CAROLINA HASS TERCERO
CARNÉ: 200844101**

**COMO REQUISITO A OPTAR AL TÍTULO A NIVEL INTERMEDIO
DE TÉCNICO UNIVERSITARIO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

COBÁN, AGOSTO ALTA VERAPAZ, AGOSTO DEL 2016.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:	Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIO:	Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTE DOCENTES:	Lcda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj
REPRESENTANTE EGRESADOS:	Lic. Admón. Fredy Fernando Lemus Morales
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:	Br. Fredy Enrique Gereda Milián PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINADORA DE LA CARRERA

Ing. Agr. Msc. Sandra Anabella Tello Coutiño

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR:	Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
SECRETARIO:	Ing. Agr. M. Sc. David Salomón Fuentes Guillermo
VOCAL:	Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macz

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. Msc. Sandra Anabella Tello Coutiño

ASESOR

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVERSITARIO DEL
NORTE - CUNOR -
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 - Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.

E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 08 de septiembre de 2016.
Ref.: 15-A-257/2016.

Señores
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera de Agronomía
CUNOR.

Señores:

Por este medio informo a ustedes que en mi calidad de Asesor del Trabajo de Graduación del Informe de la Práctica Profesional Supervisada, de la estudiante **Mirna Carolina Hass Tercero** supervisé la fase final de campo y he revisado el Informe Final de su investigación titulado "**Proyecto productivo del cultivo de hongo Shiitake (*Lentinus edodes (Berk) Sing.*), en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz**".

Al respecto puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le de el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de PPS.

Atentamente,



Id y enseñad a todos

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macs
Asesor

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE - CUNOR -
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 - Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A. V.
Guatemala, C. A.

E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 26 de septiembre de 2016
Ref. 15-A-297/2016

Señores:
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Proyecto productivo del cultivo de hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Mirna Carolina Hass Tercero** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“D y enseñad a todos”

Sandra Anabella Tello Coutiño

Ing. Agr. M.Sc. Sandra Anabella Tello Coutiño
Revisor de Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía
CUNOR- USAC

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE - CUNOR -
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 - Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.

E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 26 de septiembre de 2016
Ref. 15-A-298/2016

Señores:
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **"Proyecto productivo del cultivo de hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz"**.

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Mirna Carolina Hass Tercero** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



"Id y enseñad a todos"

Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Adolfo García Macz
Revisor de Redacción y Estilo
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía -CUNOR-

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL
NORTE – CUNOR –
CARRERA AGRONOMÍA**
Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX 79 56 66 00 Ext. 208
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A. V.
Guatemala, C. A.
E-mail: agrocunor@gmail.com

Cobán, A.V., 28 de septiembre de 2016
Ref. 15-A-303/2016

**Licenciado Zootecnista:
Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
Director del Centro Universitario del Norte,
CUNOR - USAC**

Señor Director:
Saludos cordiales

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Proyecto productivo del cultivo de hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Mirna Carolina Hass Tercero** y de acuerdo a la opinión de las diferentes comisiones responsables de su revisión y del suscrito, cumple con los requisitos para ser aceptado como tesis de pre-grado; por lo que solicito se le dé el trámite correspondiente a fin de que la estudiante Hass Tercero, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,



“D y enseñad a todos”

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera de Agronomía
CUNOR- USAC

c.c. archivo

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el informe final de Práctica Profesional Supervisada titulado “Proyecto productivo del cultivo de hongo Shiitake (*Lentinus edodes (Berk) Sing.*), en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz.”, como requisito previo a optar al título profesional de Técnico Universitario en Producción Agrícola.

A handwritten signature in blue ink that reads "Carolina Hass".

Mirna Carolina Hass Tercero
Carné: 200844101

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de la carrera, es la responsable de la estructura y forma.”

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2 .4, sub inciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por la vida que me ha otorgado, por darme fuerza en los momentos más complicados y mostrarme el mejor camino.

A MI HIJO

Luz de mi vida, quien es la razón para superarme día con día y que con su amor me ha convertido en una mejor persona.

A MI MADRE

Por darme la vida, ser ejemplo de lucha y perseverancia. Guiándome por el buen camino.

A MIS ABUELOS

Que son como mis padres, quienes me han brindado amor y apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

A MI FAMILIA

Que es el pilar de mi vida, la alegría de mis días y la fuerza que me empuja a ser mejor y lograr lo que deseo. Por ser una familia amorosa y brindarme siempre el apoyo, cariño, consejo y motivación.

A MIS AMIGOS

Quienes me han brindado su apoyo de una u otra manera, además de brindarme palabras de ánimo que me orillan a ser cada día mejor.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por brindarme los valiosos conocimientos con los que cierro este importante ciclo.

A

Todas aquellas personas que me tendieron su mano, brindándome su ayuda y enriquecedoras experiencias de vida.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes	9
1.2. Revisión bibliográfica	11
1.2.1. Hongo shiitake (<i>Lentinus edodes</i> (Berk) Sing.)	11
1.2.2. Clasificación taxonómica	12
1.2.3. El reino fungi	12
1.2.4. Alimentación de los hongos	12
1.2.5. Reproducción de los hongos	13
1.2.6. Tipos de micelio	14
1.2.7. Técnicas del cultivo	16
a. Cultivos sobre troncos	16
1.2.8. Cultivo en sustratos artificiales	17
1.2.9. Selección y preparación del sustrato	18
a. Ingredientes del sustrato	18
b. Maní forrajero	19
1.2.10. Suplementos	21
1.2.11. Aditivos	21
1.2.12. Formulación de sustratos	22
1.2.13. Tratamiento térmico	23
1.2.14. Siembra o inoculación	23
1.2.15. Tiempo del cultivo	24
a. Partes del hongo comestible	24

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

2.1. Localización geográfica	27
2.2. Características climáticas	27

2.3. Características ecológicas	27
---------------------------------	----

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Marco metodológico	29
3.1.1. Descripción del área de trabajo	29
3.1.2. Preparación y desinfección de la habitación	29
3.1.3. Manejo del experimento	30
a. Preparación del sustrato	30
3.1.4. Materiales	30
a. Material vivo	30
3.1.5. Elaboración del sustrato	30
3.1.6. Incubación	31
3.1.7. Fructificación	32
3.1.8. Cosecha	33
3.1.9. Prevención de riesgos de contaminación	35
3.1.10. Prevención y manejo de plagas y enfermedades	36
a. Plagas	36
1) Dípteros	36
2) Cucarachas (<i>Blatta orientalis</i>)	36
3.1.11. Recurso humano	37
3.1.12. Comercialización	37

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados	39
4.2. Discusión de resultados	41
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

1. Calidad nutricional del maní forrajero para fines de sustrato	20
2. Ubicación y orden en la colocación de sustrato	31
3. Calidad de setas cosechadas	34
4. Producción representada en porcentaje del cultivo de hongo Shiitake según el tamaño (diámetro) de la ostra	39
5. Producción en kilogramos del cultivo de hongo Shiitake según el tamaño (diámetro) de la ostra	40
6. Rendimiento (kg) de cada bolsa de sustrato en los tres cortes realizados	40
7. Peso (kg) de acuerdo a la calidad del hongo producido	41
8. Costos de producción	42
9. Costos de inversión	43
10. Metodología de producción	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1. Ciclo de vida del hongo Shiitake	15
2. Fases de reproducción del hongo Shiitake	15
3. Diagrama de producción de hongos comestibles	16
4. Morfología de un basidiomicete	25
5. Tamaño y forma de las setas al cosechar	34

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1. Limpieza de sustrato	53
2. Bolsas de sustrato	53
3. Bolsas de sustrato con primeros brotes	54
4. Bolsas de sustrato, primer brote	54

RESUMEN

El hongo comestible Shiitake (*Lentinus edodes (Berk) Sing.*), es un cultivo que brinda grandes beneficios para el ser humano, entre estos se encuentra su alto valor nutricional, su uso en la medicina tradicional y el ser utilizado como alternativa económica para el agricultor. En nuestro país existe el consumo de hongos comestibles y se observa el interés de producirlos en ambientes controlados y sustratos que brinden al hongo lo necesario para su reproducción, pero lastimosamente no se cuenta con mayor información recopilada de las experiencias de los productores de hongos, ni base teórica que pueda servir como guía a los futuros productores de la región.

Dado a lo anterior se realizó el presente proyecto productivo en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, con la finalidad de aportar información sobre la producción del hongo Shiitake (*Lentinus edodes (Berk) Sing.*) como sustituto se utilizó olote de maíz, aserrín de cedro (*Cedrela odorata*) y liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), como fuente de Nitrógeno urea granulada, se sistematizó la experiencia al llevar un cuidadoso registro de costo de producción, días de inoculación, días de incubación, días de fructificación, peso de hongos en kilogramos por bolsa de sustrato, diámetro de hongos, número de cortes por unidad de producción y plagas vistas en el proceso.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el proceso duró 58 días, en donde se obtuvieron 16.35 kgs de hongo en el primer corte, 15.67 kgs en el segundo y 14.65 kgs en el tercero, dando un total de 46.67 kgs de hongo. Dicha cantidad fue dividida en bandejas de aproximadamente 0.68 kgs, las cuales fueron vendidas a Q20.00 c/u.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los hongos comestibles han tomado auge alrededor del mundo, debido a los grandes beneficios que presentan para el ser humano, tanto en su salud y nutrición, como en su economía debido a su facilidad de producción. Tradicionalmente los guatemaltecos nos alimentamos de los productos que la naturaleza nos ofrece, pero el consumo de hongos puede llegar a ser una oportunidad de mejorar nuestra alimentación y si se llegara a implementar como un proyecto productivo, podría llevar a un cambio positivo en la economía de las familias guatemaltecas.

El hongo Shiitake (*Lentinus edodes (Berk) Sing*), es una seta comestible originaria de Asia del este, su producción se extiende mundialmente por sus valores nutricionales y medicinales, dado a su tecnología de manejo podría considerarse como una nueva alternativa de producción para el mercado local.

Al realizar este proyecto se pretendió evaluar, mediante el establecimiento del cultivo, su factibilidad y viabilidad de implementación en las condiciones locales, con lo cual se busca demostrar su potencial de explotación en el ámbito local.

Los dos métodos más utilizados para la producción de Hongo Shiitake son: La primera en diferentes clases de sustratos que cumplan con los requerimientos nutricionales del hongo, como por ejemplo: Olote, pulpa de café, aserrín de diferentes tipos de árboles que no contengan gran cantidad de lignina, entre otros. La segunda es en pequeños troncos de madera en los que se inserta el micelio del hongo.

Debido a la gran variedad de sustratos y a lo económico de los mismos, se consideró para este proyecto utilizar olote de maíz (*Zea mays*), aserrín y una mínima cantidad de urea; el proceso de elaboración del sustrato, reproducción del hongo y resultados finales están descritos detenidamente en este informe.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala ha existido el consumo de algunos hongos comestibles tales como Champiñón, Silip, Ostra, entre otros; a pesar de ello no se cuenta con suficiente información acerca de su producción, lo cual pudiera ser el punto de partida para la elaboración de nuevas metodologías dirigidas hacia la introducción de otras especies que pudieran tener una buena aceptación en el medio local.

Dado a la poca información disponible respecto a la producción del hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing), se consideró apropiado realizar un proyecto productivo, con el fin de obtener una base teórica con respecto a su desarrollo y producción, para determinar las condiciones apropiadas para su explotación.

Es importante recalcar que aunque ya existen experiencias de este cultivo en Guatemala, específicamente para Alta Verapaz no se tiene registro de las labores desarrolladas en base a las recomendaciones generales de cultivo y sus resultados.

JUSTIFICACIÓN

La producción de hongos comestibles es una opción favorable para las familias del municipio de Cobán, Alta Verapaz. Este cultivo brinda la oportunidad de crecer económicamente así como aportar una fuente de alimentación adecuada y completa. Además, en el proceso de producción se pueden aprovechar subproductos de otros cultivos, como por ejemplo: el maíz (olote), cascarilla y pulpa de café, cascarilla de arroz, aserrín, entre otros.

Al contar con la sistematización de la experiencia, se generó información que sirvió de base para la toma de decisiones sobre el manejo y labores culturales del cultivo e incluso para proponer investigaciones orientadas a mejorar los resultados obtenidos en cuanto a tiempo de cosecha, producción obtenida, sustratos utilizados, condiciones ambientales, rendimientos, etc.

El hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.) no es conocido en la región, pero existen agricultores y productores que pretenden explotar el mercado del mismo contando únicamente con bases teóricas y experiencias de otros países en condiciones totalmente diferentes a las del área de experimento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer una metodología de producción que cumpla con los requerimientos del hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), bajo las condiciones del municipio de Cobán, Alta Verapaz de la Región Norte del país de Guatemala.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer los elementos de un sustrato que permita el desarrollo del hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.).
2. Determinar el rendimiento en base a peso fresco del hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.).
3. Determinar el número de cortes del hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.).
4. Determinar las plagas que puedan dañar al hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.).
5. Determinar la rentabilidad del cultivo como un proyecto.

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes

A continuación se muestra la argumentación teórica que sustenta el presente trabajo.

Catún, M.¹ en su informe de Tesis realizó un proyecto productivo de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), en donde da a conocer la metodología en donde tomaba en cuenta las condiciones climáticas de Cobán, Alta Verapaz y los requerimientos nutricionales para dicha especie.

Cacao, F.² en la Finca Vista Hermosa ubicada en el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz, produce hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), los datos recabados con visitas de campo fueron de gran utilidad para el planteamiento de una metodología basada en la producción para este proyecto.

De León, C.³ por medio del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) inicia el cultivo de *Pleurotus* a nivel de laboratorio, utilizó la cepa inglesa de *P. flabellatus* (Berk & Br.).

¹ Catún, M. *Nombre de la tesis*. Informe de Tesis. Ingeniera Agrónoma. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Carrera de Agronomía, año.

² Entrevista a técnico de campo, Cacao, Fredy.

Dicha información fue de ayuda respecto a las clases de hongos trabajadas en Guatemala y los sustratos utilizados para su producción.

En la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –FAUSAC-⁴, se han evaluado algunos sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostratus* (proyecto Colecta, domesticación, cultivo y producción de hongos nativos de Guatemala). En el año 2,001 la mezcla de cushin (*Inga michelliana*) con frutos de hule (*Hevea brasiliensis*) en una relación de 1:1 produjo una eficiencia biológica de 110 por ciento. El documento fue de utilidad para plantear en la metodología un tipo de sustrato adecuado para la explotación comercial del cultivo.

FODIGUA – ICA⁵. Parcelamiento La Giralda, Tecpan, Chimaltenango. Producción de hongos comestibles. FODIGUA e ICA promueve la implementación de proyectos productivos, y la utilización de hongo comestible. De esta manera se ayuda a familias indígenas a incrementar sus ingresos económicos. Este documento sirvió de base para la realización de un presupuesto para el proyecto.

³ De León, C. Facultad de Agronomía. Hongos para todo el año, 2 010, disponible en: http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Producci%C3%B3n_de_hongos_ostra_en_la_Mesta_Central_de_Guatemala (18 de febrero del 2014)

⁴ España, H. *Evaluación de la utilización de frutos de cushin (Inga michelliana) y frutos de hule (Hevea brasiliensis) para el cultivo de Pleurotus ostreatus*. Tesis de graduación de Ingeniero Agrónomo (Guatemala: FAUSAC, 2 001), pág. 32

⁵ El Periodico. *Producción de hongos comestibles*, 2 012. <http://www.elperiodico.com.gt/es/pais/19434> (18 de febrero del 2 014)

1.2. Revisión bibliográfica

1.2.1. Hongo shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.)

Lentinus edodes, en japonés shiitake u hongo del árbol shii es una seta comestible originaria de Asia del este. Los hongos comestibles pueden ser cultivados a través de una variedad de métodos artesanales o tecnificados muy diversos que pueden variar de acuerdo a la experiencia del cultivador. La producción del hongo Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), se extiende mundialmente por sus valores nutricionales y medicinales y por el incremento de las eficiencias de producción y demanda.

Un factor de gran importancia en el cultivo de macromicetos en bloques o sustratos sintéticos es la optimización de cada una de sus etapas de producción, lo que conllevará a la reducción de costos a una mayor competitividad en el mercado.

Shiitake (Hongo de madera dura) es un hongo comestible denominado afectuosamente por chinos y japoneses como “Hongo fragante”, siendo muy consumido por su fácil preparación.

Este hongo degrada la madera y obtiene los nutrientes necesarios para su producción. Dos sistemas interdependientes como: la biología del Shiitake y el proceso de descomposición de la madera regulan la respuesta del hongo a los cambios ambientales, por lo que es importante conocer estos sistemas básicos a fin de resolver problemas que puedan surgir durante el cultivo.⁶

⁶ Cacao García, Fredy. Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake. (Guatemala: 2014), pág. 4

1.2.2. Clasificación taxonómica

Reino: Fungi
Filo: Basidiomycota
Clase: Agaricomycetes
Orden: Agaricales
Familia: Marasmiaceae
Género: Lentinula
Especie: *L. edodes* (Berk.) Pegler.⁷

1.2.3. El reino fungi

Los hongos conforman el Reino fungí. Son organismos eucarióticos, heterotróficos, quiere decir que incorporan nutrientes del medio externo para alimentarse, estos nacen de esporas, carecen de clorofila, se reproducen sexual o asexualmente y tiene un cuerpo generalmente formado por filamentos muy ramificados llamados hifas, los cuales en conjunto forman el micelio con apariencia algodonosa.

Es indudable que la importancia de los hongos en la biosfera se debe a su carácter de descomponedores; función mediante la cual reciclan la materia orgánica de los ecosistemas con notable eficacia y regulan la liberación de nutrientes, convirtiéndose en esenciales para la supervivencia de plantas y animales.⁸

1.2.4. Alimentación de los hongos

Para alimentarse secretan enzimas sobre el sustrato donde se encuentran, degradándolo en sustancias simples y así absorben

⁷ Instituto Nacional de Biodiversidad. *Hongos*, 2013. <http://www.inbio.ac.cr/papers/hongos/intro.htm> (Guatemala, 18 de febrero del 2014).

⁸ Ibid.

los nutrimentos necesarios para su desarrollo. Los que producen este tipo de cambio se conocen como saprófitos, debido a que se alimentan de cuerpos muertos o de desechos de organismos. Existen también los hongos parásitos, los que tienen la capacidad de penetrar en el tejido vivo de plantas y animales para tomar los nutrientes que necesitan de su hospedero.⁹

1.2.5. Reproducción de los hongos

La reproducción es la formación de nuevos individuos con las características típicas de la especie. En el caso de los hongos hay dos formas de reproducción: sexual y asexual. A esta última también se le conoce como somática o vegetativa; debido a que no involucra fusión de núcleos.¹⁰

Esta forma de reproducción es muy utilizada para multiplicar los hongos comestibles en el laboratorio, pues permite mantener las características de la cepa que se cultiva por fragmentación del micelio, colocándolo bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y sustrato, para dar origen a un nuevo individuo. Las esporas de tipo sexual al igual que las de origen asexual se denominan según el tipo de estructura que las porta. Las estructuras producidas por la fusión de un oogonio (gameto femenino) y un anteridio (gameto masculino), se llama oospora; las formadas por la fusión de gametos compatibles pero indiferenciados: cigosporas, ascosporas y basidiosporas. Las que

⁹ SeleccionesMX, S.A. *De que se Alimentan los Hongos*, 2011. http://mx.selecciones.com/contenido/a1616_de-que-se-alimentan-los-hongos (18 de febrero del 2014)

¹⁰ Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). *Estudio de un basidiocarpo*. <http://ficus.pntic.mec.es/~jpif0002/basidiocarpo.htm> (18 de febrero del 2014)

se producen dentro de un saco o asca se llaman ascosporas, las formadas sobre estructuras similares a un mazo, basidiosporas.

1.2.6. Tipos de micelio

Los hongos tienen dos tipos básicos de micelio: primario y secundario, el primero se produce cuando una ascospora o basidiospora germina, teniendo un solo núcleo por célula monocariótica llamado monocarión; mientras que el segundo antes de que un ascomicete o basidiomicete produzca ascosporas o basidiosporas puras, este tiene un par de núcleos en cada célula dicariótica denominado dicarión.¹¹

El Shiitake y la mayoría de otros hongos pueden producir setas sólo con el micelio secundario, en vista de que este se ha formado por la manifestación del micelio primario. Una característica distintiva del micelio secundario en muchos basidiomicetes, incluyendo el Shiitake es la presencia de conexiones en forma de abrazadera, que asegura que los nuevos núcleos de células reciban la información del dicarión.¹²

¹¹ Chen W, Alice. ¿Qué es el Hongo Shiitake?, 2010. <http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/P/shiitake/capitulo%201%20pag.1-15.pdf> (18 de febrero del 2014)

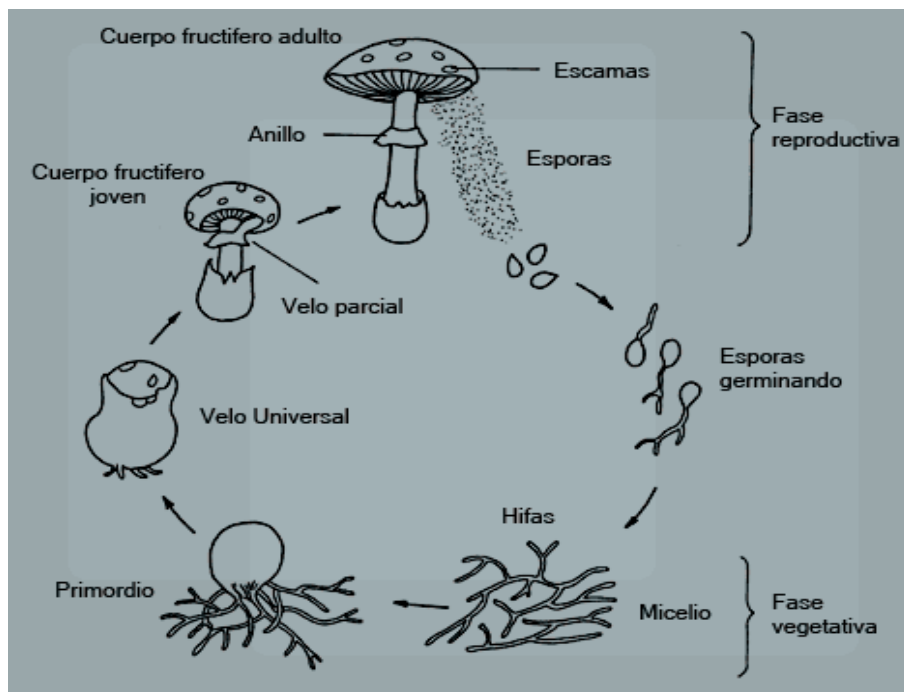
¹² Íbid

Ilustración 1. Ciclo de vida del hongo Shiitake



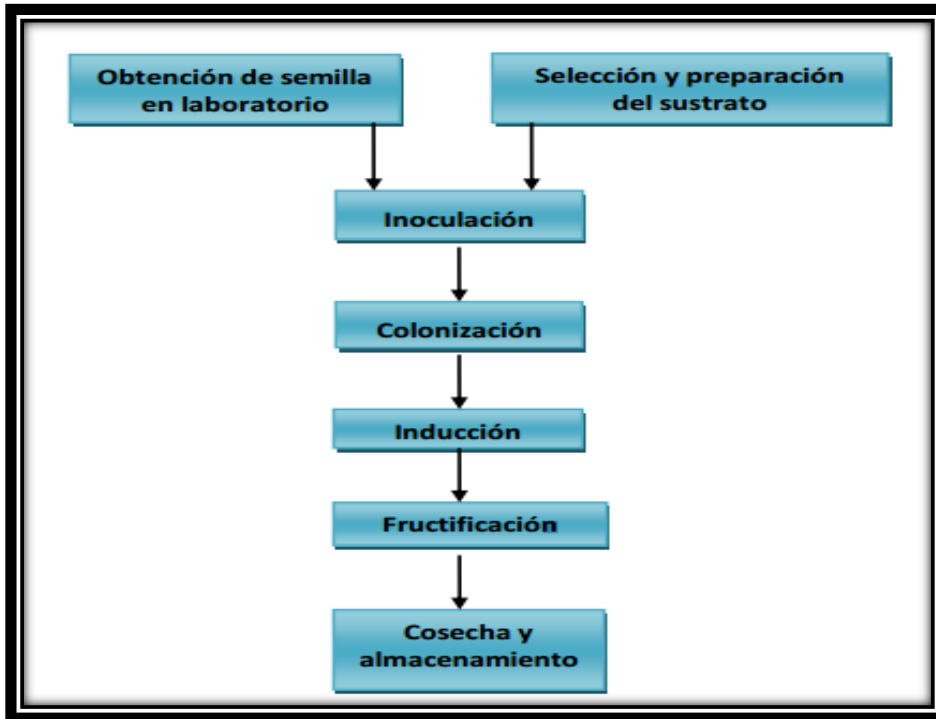
Fuente: Cacao, F. Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake

Ilustración 2. Fases de reproducción del hongo Shiitake



Fuente: Cacao, F. Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake

Ilustración 3. Diagrama de producción de hongos comestibles



Fuente: Investigación de campo, 2 014.

1.2.7. Técnicas del cultivo

Aunque existen diversas técnicas para la producción de sustratos, destacan el tradicional cultivo sobre troncos y el cultivo sobre sustratos artificiales.

a. Cultivos sobre troncos

Tradicionalmente, el hongo Shiitake ha sido cultivado en troncos recién cortados, por lo general de la familia de los robles; los árboles son talados durante el período de dormancia cuando su contenido de azúcar es alto; seguidamente dentro de uno o dos meses los troncos son inoculados con micelio puro activado, esta siembra consiste en introducir ó clavar pequeños

trozos de madera o aserrín invadido del micelio de Shiitake en pequeños orificios que han sido hechos anteriormente con un taladro.

Después de la inoculación los troncos han de ser colocados uno sobre otro, creando así condiciones favorables para la colonización del micelio en madera. Una vez que los troncos están completamente invadidos de micelio, se los induce a fructificación regándolos por aspersion en forma periódica hasta iniciar el período de cosecha.¹³

1.2.8. Cultivo en sustratos artificiales

Es una mezcla de materiales que imitan el medio natural de reproducción del Shiitake, estos sustratos están compuestos por aserrín, aditivos suplementarios con contenidos de celulosa como los granos o el salvado de trigo y otras fuentes de hidratos de carbono y nitrógeno.

La mezcla es esterilizada al calor, en frascos, para eliminar parásitos competidores por nutrientes; una vez fría la mezcla es inoculada con micelio de Shiitake e incubada por 30 a 180 días, cumplida la incubación los bloques han de ser sometidos a un choque térmico trasladado a una nevera, induciéndolos así, al proceso de fructificación.¹⁴

¹³ Instituto Tecnológico de Chascomús. *Requerimientos básicos para el Cultivo del Hongo Comestible Lentinula edodes (shiitake)*, 2013. <http://www.iib.unsam.edu.ar/web/micologia.php?mico=4&cultivo=3> (18 de febrero del 2014)

¹⁴ Cacao García, Fredy. *Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake*. (Guatemala: 2014), pág. 2

1.2.9. Selección y preparación del sustrato

Como sustrato se puede emplear una gran variedad de residuos lignocelulosicos, entre ellos pajas de cereales y residuos agroindustriales como bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz, heno, tallos de plantas de maíz, tamo de cereales, rastrojos de leguminosas y virutas de diferentes maderas.

En este último caso, se debe evitar especies resinosas o de alta durabilidad natural, pues pueden generar un producto de gusto diferente y desagradable, o dificultar el crecimiento del hongo.

a. Ingredientes del sustrato

La mezcla de partículas en la composición de un sustrato pueden ser ajustados por el productor con el fin de incrementar la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de Shiitake, niveles más altos de nutrientes aceleran la velocidad de crecimiento del micelio y por lo tanto su rendimiento.¹⁵

En general el aserrín es el ingrediente principal en los sustratos utilizados para la producción de Shiitake, sin embargo la velocidad de descomposición, nutrición y producción de setas varían de acuerdo a las características físicas de la madera o de cualquier material existente en el medio.

¹⁵ íbid

Principalmente se utilizan mezclas del aserrín de árboles de hoja caduca ó maderas duras (aliso, laurel, nogal, chanúl, sauce, caoba, balsa), que representa del 60 a 90% del peso total del sustrato seco; no siendo así con las maderas blandas o de hoja perenne – coníferas (pino, ciprés) que por sus altos contenidos de resinas y compuestos fenólicos inhiben el crecimiento de los hongos.

El tiempo necesario para que el Shiitake degrade el aserrín se relaciona con el tamaño de las partículas, es decir que grandes partículas son degradadas más lentamente que pequeñas partículas a pesar de que si son muy pequeñas el movimiento de los gases se ve restringido, razón por la que se trabaja con partículas de 2 a 3 mm.

No obstante, el Shiitake ha sido cultivado en otros materiales (pajas, mazorcas de maíz, etc.) sean estos solos en combinación con el aserrín.

b. Maní forrajero

El maní forrajero es una de las leguminosas de mejor calidad, tiene alto contenido de proteína, minerales (1,05% de calcio, 0,80 % de potasio y 0,65%de magnesio.)¹⁶

¹⁶ Rincón, Alvaro. *Maní Forrajero (arachis pintoj), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria*, 2014. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127164516_Maní%20forrajero%20alimento%20animal.pdf (18 de febrero del 2014).

Tabla 1. Calidad nutricional del maní forrajero para fines de sustrato

PARÁMETRO	MANÍ FORRAJERO
Proteína (%)	16,2
Fibra detergente ácida –FDA- (%)	41,0
Degradabilidad (%)	81,0
Fósforo (%)	0,18
Potasio (%)	0,80
Calcio (%)	1,05
Magnesio (ppm)	0,65
Azufre (%)	0,12
Cobre (ppm)	10,0
Manganeso (ppm)	114,0
Zinc (ppm)	30,0

Fuente: NCR- national research council, 1 985.

En las leguminosas, el contenido de pared celular es menor y por lo tanto sus contenidos de lignina tienden a ser mayores, de tal manera que los aportes energéticos principalmente se derivan de la utilización de los contenidos celulares.

Una de las características más importantes del maní forrajero es su alta capacidad de fijar nitrógeno atmosférico que sirve como fuente del mismo para el sustrato del hongo. Indicando que es capaz de aportar un 53 a un 58% de su contenido total. En el maní forrajero se encuentra de forma orgánica el cual es transformado por el hongo Shiitake por medio de la mineralización.

1.2.10. Suplementos

Son agregados al sustrato para acelerar su crecimiento y aumentar el tamaño de las setas, modificando de esta manera las características físicas y químicas de la mezcla. Estos complementos nutricionales elevan los niveles de nitrógeno incrementando así los rendimientos; mientras que los hidratos de carbono aceleran la velocidad de colonización y degradación del medio de cultivo, reduciendo el tiempo del proceso de desarrollo hasta la fructificación.¹⁷

La cantidad de suplementos a utilizar con éxito dependen del productor de Shiitake; por ejemplo: los granos o materiales similares son comúnmente utilizados por su gran contenido de proteínas, hidratos de carbono y grasas; mientras que otros aditivos que contienen minerales y vitaminas son empleados porque influyen en el crecimiento de los hongos.

1.2.11. Aditivos

Estos pueden ser añadidos para cambiar la acidez (pH) ó mejorar la estructura física del medio de cultivo; un claro ejemplo es el uso de la cal o carbonato de calcio, que se encarga de mantener el pH por encima de la media de pH 4, durante las últimas etapas de descomposición cuando el sustrato tiene un pH extremadamente ácido.

¹⁷ Cacao García, Fredy. *Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake*. (Guatemala: 2014), pág. 2

El yeso o sulfato de calcio, también mejora la estructura física de la mezcla, altera el pH, y actúa como fuente de calcio, pero se lo usa especialmente en las setas de botón como los champiñones.

1.2.12. Formulación de sustratos

La formulación del sustrato dependerá principalmente de los materiales disponibles en el medio, que pueden variar de un lugar a otro; la fórmula estándar comprende el 80% de aserrín de madera dura y el 20% de suplementos en base seca.

Algunos cultivadores utilizan fórmulas con niveles más bajos de suplementos para evitar altos niveles de contaminación, dos ejemplos de este tipo de fórmulas de seguimiento son; 90% aserrín, 10% salvado de arroz con el 0.2% de cal; y el 95% aserrín, 5 % salvado de arroz más el 0.4% de almidón de maíz.¹⁸

Por lo general, los ingredientes deberán mezclarse homogéneamente, mientras el material está seco, para luego añadirle agua hasta lograr el nivel de humedad adecuado. La humedad desempeña un factor importante en el crecimiento del hongo, está determinada por la fórmula del sustrato, el tamaño de las partículas y la cantidad de agua que pierde durante la incubación; sin embargo, el rango óptimo oscila entre 55 y 70% antes del tratamiento térmico.

¹⁸ Instituto Tecnológico de Chascomús. *Requerimientos básicos para el Cultivo del Hongo Comestible Lentinula edodes (shiitake)*, 2013. <http://www.iib.unsam.edu.ar/web/micologia.php?mico=4&cultivo=3> (18 de febrero del 2014)

1.2.13. Tratamiento térmico

Después de la mezcla de aserrín, se prepara el tratamiento térmico para eliminar o reducir las poblaciones de organismos competidores que están presentes en el sustrato. Para realizar el tratamiento térmico se dispone la mezcla de sustrato en bolsas de manta y se sumergen en agua caliente (75-80°C) de 30 a 90 minutos.¹⁹

1.2.14. Siembra o inoculación

La inoculación es el proceso en el que introducimos el micelio activo de Shiitake en una bolsa o contenedor con sustrato a base de aserrín; Al haber realizado lo anterior, el sustrato se coloca en un ambiente de incubación para que el micelio inicie la degradación del material. El procedimiento para realizar la siembra es el siguiente:

Se lavan las manos y brazos con agua y jabón antibacterial.

De preferencia se coloca redecilla en la cabeza, cascarilla en la boca y gabacha. Quitarse anillos, reloj, esclava, joyas, etc. Las manos deben ser desinfectadas con alcohol al 90%.

Luego se procede a llenar las bolsas con el sustrato desinfectado, utilizando 4 onzas de semilla por bolsa y distribuyéndola a los lados de la bolsa para aprovechar el material genético.

¹⁹ íbid

1.2.15. Tiempo del cultivo

Por lo general, requiere de 30 a 120 días antes de que esté listo el bloque para la fructificación, este tiempo se ve influenciado por la cepa de Shiitake utilizada, la fórmula del sustrato, la tasa de siembra y la distribución de la temperatura durante la incubación. Después de la colonización, el sustrato totalmente en blanco y las partículas de aserrín ya no son visibles dado que el micelio madura y se torna marrón claro recibe la luz y el oxígeno.

Después de completar el proceso de incubación, la parte protectora de los contenedores deberá ser retirada para la fructificación. Durante la incubación en la bolsa, el micelio denominada bloque hace que los nutrientes sean más disponibles a los hongos, reduciendo así el tiempo de incubación necesario para que el Shiitake acumule recursos para la fructificación inicial.

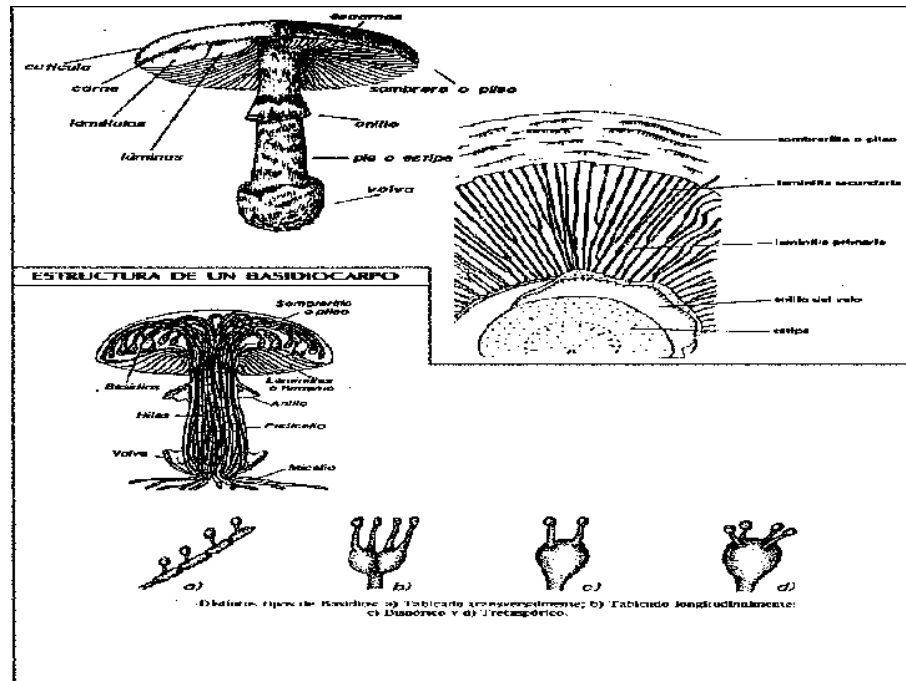
El cultivo de bloques en aserrín puede durar de 3 a 6 meses ó en ciertos casos demora un poco más, esto dependerá únicamente de los factores ambientales y el descanso durante la fructificación, la fórmula del sustrato y el tamaño del bloque. Se ha reportado que para el cultivo de Shiitake sobre sustrato con aserrín, la eficiencia biológica es del 40 a más del 100%.

a. Partes del hongo comestible

Los hongos comestibles forman cuerpos visibles a simple vista que portan las esporas de origen sexual, éstos se

conocen comúnmente como hongos y pueden tener formas muy diversas.²⁰

Ilustración 4. Morfología de un basidiomicete



Fuente: Cacao, F. Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake

Las Basidiosporas de los hongos comestibles germinan cuando entran en contacto con un sustrato y encuentra una temperatura, pH y humedad adecuados para su crecimiento.

²⁰ Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). *Estudio de un basidiocarpo*. <http://ficus.pntic.mec.es/~jpif0002/basidiocarpo.htm> (18 de febrero del 2014)

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

2.1. Localización geográfica

El proyecto productivo se realizó en la zona 1 del municipio de Cobán, Alta Verapaz, la cual dista aproximadamente 217 kilómetros de la ciudad capital, sobre la carretera CA.14, y se encuentra localizada entre 15°28'29 Latitud Norte y 90° 22'48 Longitud Oeste. Dicha ubicación se encuentra en el casco urbano de la ciudad de Cobán.

2.2. Características climáticas

El área se encuentra a 1322 mm, con una temperatura media anual de 18 a 18.5 °C y una humedad relativa anual de 84%.

2.3. Características ecológicas

De la Cruz, J.²¹, indica que esta zona de vida, según el sistema Holdridge corresponde a la del Bosque Muy Húmedo Subtropical (frío). Según la clasificación de Thornthwaite, el clima es templado y existe abundante vegetación natural.

²¹ De la Cruz, Jorge René. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el Sistema de Holdrige. Guatemala, INAFOR, 1,996.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Marco metodológico

3.1.1. Descripción del área de trabajo

La habitación donde se llevó a cabo el proyecto productivo del hongo comestible Shiitake de dimensiones de 3.0 x 2.5 m dando un área total de 7.50 m². En el cual se establecieron 2 estantes, el primero con las siguientes medidas: 2.30 m de largo x 2.35 m de alto x 1 m de ancho. El segundo estante con las siguientes medidas: 2.30 m de largo x 2.50 m de alto x 0.85 m de ancho.

El primer estante poseía 3 divisiones con un distanciamiento de 0.70 m entre cada uno, el segundo estante poseía 4 divisiones con un distanciamiento de 0.55 m entre cada uno.

3.1.2. Preparación y desinfección de la habitación

Al tener seleccionada la habitación para dicho proyecto productivo, la primera actividad que se llevó a cabo, fue la limpieza del cuarto: con una escoba se quitaron telarañas, el polvo y demás suciedad de las paredes.

Luego se pintó de color blanco hueso para una mejor presentación e higiene, al tener la habitación pintada se procedió a colocar nylon negro en los estantes y se realizó una nueva limpieza, esta vez se aplicó jabón y cloro para evitar cualquier tipo de contaminación. Al terminar la desinfección se colocaron 4 atrapa moscas distribuidas aleatoriamente en la habitación, además se cubrió la única ventana con nylon negro y la parte de abajo de las dos puertas con costales, lo anterior se realizó para evitar la entrada de luz.

3.1.3. Manejo del experimento

a. Preparación del sustrato

Los elementos seleccionados para la elaboración del sustrato fueron: Orote de maíz, aserrín y urea.

3.1.4. Materiales

a. Material vivo

Para dicho proyecto productivo se utilizó basidiosporas del Hongo Shiitake.

3.1.5. Elaboración del sustrato

Para la elaboración del sustrato fue necesario obtener los siguientes materiales: 2 kg de Cal, orote de maíz: 2 costales de 100 lbs cada uno, 3 costales de aserrín que fue una mezcla de Cedro y Liquidámbar y un tonel de 55 galones =207.9 litros, para esterilizar el sustrato.

Tabla 2. Ubicación y orden en la colocación de sustrato

Capa	Elemento
1	3 cm aproximadamente de aserrín
2	Micelio de hongo Shiitake
3	3 cm aproximadamente de aserrín
4	3 grs. de urea
5	3 cm aproximadamente de olote
6	3 cm aproximadamente de aserrín
7	Micelio de hongo Shiitake
8	3 cm aproximadamente de aserrín
9	3 grs. de urea
10	3 cm aproximadamente de olote
11	3 cm aproximadamente de aserrín
12	Micelio de hongo Shiitake
13	3 cm aproximadamente de aserrín

Fuente: Investigación de campo. 2 014

Al tener las bolsas con los elementos del pastel se procedió a cerrarlas y a distribuir las en los estantes. A los 3 días de la siembra se le realizaron perforaciones a las bolsas con una aguja que fue sumergida en alcohol para evitar contaminación dentro de las mismas.

3.1.6. Incubación

Debido a que el hongo necesita oscuridad, la habitación se acomodó a esta necesidad, así que se cubrió la ventana y demás entradas de luz. Se controló la humedad que debe estar entre 80 y 85% y la temperatura se debió mantener en el rango de 18 a 25 °C.

Se realizaron supervisiones cada 2 días para controlar la aparición de contaminaciones, en donde el máximo permitido es del 10%. En esta etapa se tuvo problemas con las pequeñas moscas de fruta (*Drosophila melanogaster*), esto se dió por la humedad que estaba dentro de las bolsas.

A los 17 días de la siembra cuando el micelio ya se había distribuido en el sustrato, se quitaron las bolsas plásticas, esto hizo que el sustrato perdiera humedad y que las moscas de fruta ya no fueran una molestia.

Al quitar las bolsas también se dejó que el hongo se desarrollara libremente. Dado a la contaminación que se había dado dentro de las bolsas, se tuvo que desechar una bolsa, esta pérdida es aceptable ya que el máximo permitido es el 10%.

3.1.7. Fructificación

En esta etapa el hongo necesitó un poco más de humedad es por ello que se elevó hasta llegar al 90%, la condición de obscuridad se eliminó parcialmente, pues la luz que debía penetrar en la habitación debía entrar indirectamente.

El micelio creció de tal manera que se unió el sustrato (olote de maíz) pudiendo remover la bolsa sin que este se desmorone. Al transcurrir 20 días de incubación, se empezaron a observar pequeños ramilletes de hongos, a los 5 días de que estos emergieran ya se encontraban listos para entrar en la etapa de cosecha.

Durante estos 5 días, el hongo creció y fue de vital importancia realizar supervisiones a diario, para mantener la

humedad fue necesario que se regara el piso, las paredes de la habitación y los cuerpos fructíferos con atomizadores, en donde el agua no fue aplicada directamente sobre ellos sino que a su alrededor en forma de briza, lo anterior se realizó 3 veces al día y esto varió dependiendo el estado climático.

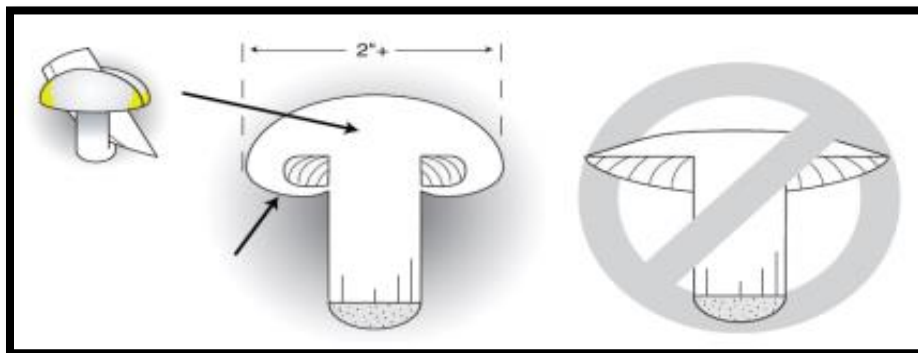
Para las plagas más comunes presentes en esta etapa se utilizó lo siguiente: para la Mosca de fruta (*Drosophila melanogaster*) se utilizaron trampas amarillas (aceite vegetal de cocina) y trampas artificiales, para las cucarachas (*Blatta orientalis*) se utilizó neftalina.

3.1.8. Cosecha

La cosecha se realizó desde el día 30 después de haber inoculado el sustrato, las setas se cosecharon abiertas. Los hongos fueron cortados cuidadosamente con un cuchillo desinfectado con alcohol al 85%, por encima del anillo, esto permitió que a los 3 días aproximadamente tuviéramos un nuevo hongo.

Los hongos cosechados se colocaron en bandejas desinfectadas para no lastimarlos hasta que llegaran al área de empaque. Desde un punto de vista comercial, las setas de Shiitake óptimas para ser cosechadas son aquellas que presentan un sombrero con una abertura de aproximadamente dos pulgadas (5 cm), antes de que se extienda por completo su borde, como se muestra a continuación:

Ilustración 5. Tamaño y forma de las setas al cosechar



Fuente: Cacao, F. Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake

Tabla 3. Calidad de setas cosechadas

Calidad	Descripción
1°	Sombreros de aspecto turgente, bordes enteros, sin daños por insectos o enfermedades. Color y olor característico. Uniformidad de tamaño
2°	Enteros, bien formados y con daños mínimos. Tamaño desigual.
3°	Hongos deshidratados y bordes partidos y doblados hacia arriba. Tamaños diversos.

Fuente: Cacao, F. Manual productivo del cultivo Hongo Shiitake

Las setas fueron colocadas en bandejas, cada una con aproximadamente 0.5 lbs. (Medida comercial), las que fueron selladas con plástico adherente y luego etiquetadas. Las bandejas inmediatamente fueron refrigeradas (7 °C), evitándose con ello la deshidratación de las setas.

Se debió tener cuidado de desinfectar los utensilios de cosecha y evitar una excesiva manipulación de las setas.

Es imprescindible el uso de guantes y mascarillas y el material de embalaje debe almacenarse en un lugar limpio.

3.1.9. Prevención de riesgos de contaminación

Almacenar los productos de limpieza, fitosanitarios y de desinfección, separados y afuera de las zonas de cultivo, de corte o manipulación.

Disponer de un recipiente contenedor que posea de una cubierta para poder aislarlo del ambiente, donde se depositen los restos de cosecha, barreduras y restos procedentes de la limpieza, así como los carpóforos afectados por cualquier enfermedad y/o plaga, realizando su traslado diario a vertedero.

Eliminación diaria de carpófagos muertos o enfermos antes de la cosecha, nunca al mismo tiempo.

Colocación de una bandeja con desinfectante a la entrada de cada nave de cultivo.

Desinfección de útiles y herramientas.

Empezar las tareas por los cultivos nuevos, terminando por los más viejos.

3.1.10. Prevención y manejo de plagas y enfermedades

a. Plagas

1) 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 de fruta (*Drosophila melanogaster*).

Para el control de dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas.

2) Cucarachas (*Blatta orientalis*)

Estos insectos son muy dañinos para el Hongo Shiitake, se presentan en la fructificación del mismo. Al comerse los hongos están bajando la cantidad de hongos cosechados y contaminando las bolsas de sustrato. Para prevenir su presencia o combatirla se recomienda utilizar neftalina.

3.1.11. Recurso humano

El recurso humano consistió principalmente en la asesoría y manejo agronómico del cultivo, para llevar a cabo este proyecto productivo no se necesitó de mucho recurso humano ya que las labores del cultivo requieren de 1 ó 2 personas para el arreglo de la habitación donde se llevó a cabo la inoculación.

El resto del manejo del proyecto se llevó a cabo por la estudiante. Se contó con la visita de un productor de hongo Shiitake quien dio recomendaciones a los 17 días luego se la siembra.

3.1.12. Comercialización

Al tener las bandejas listas, se etiquetaron, y se colocó un pequeño trifoliar con información del mismo, esto se realizó para la expansión del conocimiento de este hongo y las ventajas del consumo del mismo. Teniendo cada bandeja un peso aproximado de 0.5 lbs. Se colocó en el mercado a Q20.00. El mercado principal del Hongo Shiitake fueron hoteles, hostales y restaurantes del medio.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

La toma de datos se realizó desde que comenzaron a salir pequeños ramilletes de hongos, durante el periodo de fructificación se realizó la cuantificación de los hongos, clasificándolos en número de cortes y tamaño del hongo. El tamaño de hongo se dividió en 3: Tamaño 1: Grande, que es mayor a 0.09 m, Tamaño 2: Mediano, que va de 0.09 a 0.05 m, y el Tamaño 3: Pequeño, que es menor de 0.05.

A continuación se muestra el siguiente cuadro donde se da a conocer el porcentaje obtenido del tamaño del hongo Shiitake producido en los cortes No. 1, 2 y 3. Estos datos fueron tomados del 21 de junio al 27 de julio del 2,014.

Tabla 4. Producción representada en porcentaje del cultivo de hongo Shiitake según el tamaño (diámetro) de la ostra

No. de Corte	Producción	Tamaño I Grande Mayor a 0.09 m	Tamaño II Mediano de 0.09–0.05	Tamaño III Pequeño Menor a 0.05 m
1	16.35 kg	85%	10%	5%
2	15.67 kg	75%	15%	10%
3	14.65 kg	45%	25%	30%

Fuente: Investigación de campo 2 014

Tabla 5. Producción en kilogramos del cultivo de hongo Shiitake según el tamaño (diámetro) de la ostra

No. de Corte	Producción	Tamaño I Grande Mayor a 0.09 m	Tamaño II Mediano de 0.09–0.05	Tamaño III Pequeño Menor a 0.05 m
1	16.35 kg	13.89	1.64	0.82
2	15.67 kg	11.75	2.35	1.57
3	14.65 kg	6.59	3.66	4.40

Fuente: Investigación de campo 2 014

Tabla 6. Rendimiento (kg) de cada bolsa de sustrato en los tres cortes realizados

No. Bolsas	Cortes					
	Fechas de los Cortes			Producción (kg)		
	1	2	3	1	2	3
1	27/06/14	12/07/14	27/07/14	0.45	0.42	0.30
2	26/06/14	13/07/14	27/07/14	0.46	0.40	0.26
3	23/06/14	10/07/14	25/07/14	0.68	0.62	0.58
4	22/06/14	11/07/14	26/07/14	0.65	0.60	0.56
5	22/06/14	9/07/14	25/07/14	0.57	0.51	0.50
6	23/06/14	8/07/14	24/07/14	0.78	0.75	0.68
7	21/06/14	8/07/14	23/07/14	0.62	0.59	0.56
8	24/06/14	9/07/14	25/07/14	0.67	0.66	0.62
9	21/06/14	9/07/14	26/07/14	0.64	0.63	0.60
10	25/06/14	10/07/14	24/07/14	0.71	0.70	0.67
11	27/06/14	14/07/14	25/07/14	0.72	0.68	0.66
12	21/06/14	12/07/14	25/07/14	0.52	0.54	0.50
13	23/06/14	11/07/14	24/07/14	0.68	0.66	0.61
14	25/06/14	12/07/14	24/07/14	0.64	0.62	0.57
15	24/06/14	9/07/14	25/07/14	0.68	0.65	0.60
16	21/06/14	8/07/14	26/07/14	0.65	0.62	0.59
17	22/06/14	12/07/14	26/07/14	0.59	0.57	0.54
18	21/06/14	10/07/14	25/07/14	0.62	0.60	0.62
19	22/06/14	9/07/14	24/07/14	0.73	0.71	0.69

20	25/06/14	13/07/14	24/07/14	0.70	0.69	0.67
21	22/06/14	12/07/14	26/07/14	0.79	0.75	0.70
22	23/06/14	10/07/14	25/07/14	0.72	0.70	0.66
23	24/06/14	9/07/14	/07/14	0.69	0.65	0.63
24	24/06/14	12/07/14	/07/14	0.71	0.69	0.65
25	25/06/14	11/07/14	/07/14	0.68	0.66	0.63
				$\Sigma=16.35$	$\Sigma=15.67$	$\Sigma=14.65$
				$\Sigma= 46.67$ kgs		

Fuente: Investigación de campo. 2 014

Tabla 7. Peso (kg) de acuerdo a la calidad del hongo producido

Calidad	Descripción	Peso
1°	Sombreros de aspecto turgente, bordes enteros, sin daños por insectos o enfermedades. Color y olor característico. Uniformidad de tamaño	32.24 kg
2°	Enteros, bien formados y con daños mínimos. Tamaño desigual.	7.65 kg
3°	Hongos deshidratados y bordes partidos y doblados hacia arriba. Tamaños diversos.	6.78 kg
		$\Sigma= 46.67$ kg

Fuente: Investigación de campo. 2014

4.2. Discusión de resultados

Los resultados de la producción nos indican que en el primer corte realizado, se obtuvo mayormente ostras de tamaño grande, en el segundo y tercer corte ya se observaron distintos tamaños, a medida que se realizan los cortes, va disminuyendo la cantidad y tamaño que se genera en el sustrato. Esto sucede porque los nutrientes que están disponibles en el sustrato van disminuyendo, dado a la absorción de los primeros brotes.

En el siguiente cuadro se presentan los costos tomados de las fechas en que se realizaron los cortes, los cuales fueron solamente tres y la producción en kilogramos de cada bolsa enumerada, en Cobán, Alta Verapaz.

Tabla 8. Costos de producción

PRODUCTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Quetzales)	TOTAL (Quetzales)
Micelio de hongo Shiitake	Bolsa (1 libra)	10	Q 30.00	Q 300.00
Olote de Maíz	Costales	1	Q 4.00	Q 4.00
Aserrín	Costales	2	Q 5.00	Q 10.00
Urea	Libra	¼ libra	Q 0.75	Q 0.75
Cal	Libra	2	Q 3.00	Q 6.00
25 bolsas de 25 libras	Unidad	25	Q 0.40	Q 10.00
Redecilla	Unidad	5	Q 0.50	Q 2.50
Alcohol	Unidad	1	Q 1.50	Q 1.50
Cloro	Litro	1	Q 10.00	Q 10.00
Trampas comerciales para moscas de fruta	Unidad	3	Q 4.00	Q 12.00
Aceite Vegetal	Mililitro	65	Q 4.00	Q 4.00
Ajo	Unidad	2	Q 5.00	Q 10.00
Guantes	Par	2	Q 1.50	Q 3.00
Plástico de cocina	Unidad	1	Q 12.00	Q 12.00
Bandejas	Paquete	1	Q12.00	Q12.00
				<u>Σ= Q 397.75</u>

Fuente: Investigación de campo 2 014.

Tabla 9. Costos de inversión

PRODUCTO	CANTIDAD Y UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL (Quetzales)	TIEMPO DE VIDA (Años)	COSTO ANUAL (Quetzales)	COSTO POR PRODUCCIÓN (Quetzales)
Atomizador	1 Unidad	Q 12.00	2	Q6.00	Q2.00
Escoba	1 Unidad	Q 7.00	1	Q7.00	Q2.33
Nylon Negro	3 Yardas	Q 24.00	3	Q8.00	Q2.66
Pintura	1 Bote	Q 35.00	5	Q7.00	Q2.33
Estantes	2 Unidades	Q200.00	5	Q40.00	Q13.33
					$\Sigma = Q 22.65$

Fuente: Investigación de campo 2 014

Costo anual: Costo total / Tiempo de vida

Costo por producción: Costo anual / # de producciones (3)

Costos de mano de obra: 2 horas por 4 días a la semana: Q35.00

Q35.00 x 8 semanas: **Q280.00**

Sumatoria de costos: Costos de inversión + Costos de producción + mano de obra

Sumatoria de costos: Q 397.75 + Q22.65 + Q280.00 = Q700.40

Imprevistos (10% CD): Q 770.44

Costo por unidad de producción: costo final: / número de pasteles

Costo por unidad de producción: Q770.44 / 25: Q30.81

Datos:**Ingreso bruto:** Q 1,380.00**Costo total:** Q770.44**Ingreso neto:** Ingreso Bruto – Costo Total**Ingreso neto:** Q 1,380.00 – Q770.44**Ingreso neto:** Q609.56**Rentabilidad:** $\frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$ **Rentabilidad:** $\frac{Q609.56}{Q 770.44} \times 100$ **Rentabilidad:** 79.11%**Tabla 10. Metodología de producción**

No.	Actividad	Tiempo aproximado
1	Establecimiento del área de trabajo	3 días
2	Preparación y desinfección de la habitación	2 días
3	Establecimiento de las estructuras de trabajo	5 días
4	Adaptación de la habitación con los requerimientos necesarios para el hongo	1 día
5	Obtención del material genético	14 días
6	Obtención de los materiales para la realización del sustrato	3 días
7	Preparación del sustrato	2 días
8	Elaboración del sustrato	1 día
9	Colocación de trampas para posibles agentes patógenos	1 día
10	Ubicación de los pasteles	1 día
11	Adaptación de habitación para la etapa de incubación	1 día

12	Mantener la humedad en la habitación y la humedad de los cuerpos fructíferos	Todo el proceso
13	Establecer el mercado	15 días
14	Obtención y desinfección de utensilios para la comercialización	1 día
15	Cosecha	20 días
16	Comercialización	22 días

Fuente: Investigación de campo 2 014

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al proyecto productivo de hongo Shiitake, es viable, ya que se lograron obtener 46.67 kg en los tres cortes realizados, Dado a los ingresos se dio una rentabilidad del 79.11%
2. Dado a que los elementos utilizados para elaborar el sustrato que desarrolla el micelio del hongo Shiitake, son fácilmente de conseguir y muy económicos, nos brinda una opción de tener ingresos económicos altos con una inversión relativamente baja.
3. La contaminación es mínima, pues fueron dos pasteles contaminados con larvas de mosca de fruta, en una de las cuales se le extrajo el 25% del sustrato y a la otra bolsa se le extrajo el 45%, para evitar la propagación de esta plaga y lograr salvar el micelio que estaba en buen estado.
4. La rentabilidad obtenida es adecuada debido a que en el periodo de producción se obtuvieron 46.67 Kg, de hongos comestibles, generando una entrada de Q1,380.00, vendiendo cada bandeja de aproximadamente de 0.68 kg a Q20.00, en donde la ganancia neta fue de Q609.56, ya que el costo total para llevar a cabo dicho proyecto fue de: Q770.44
5. El problema que puede darse en un proyecto productivo de hongo Shiitake es la obtención del micelio, ya que son pocos los laboratorios que trabajan con este tipo de hongos comestibles.
6. A pesar que la rentabilidad obtenida fue del 79.11%, se evidencia la factibilidad económica del proyecto, debido a que el cultivo es rentable al

no requerir de grandes inversiones iniciales y al demostrar que se recupera lo invertido y se obtenido una ganancia, tomando también en cuenta que el tiempo de amortización es muy rápido

RECOMENDACIONES

1. Dar a conocer el proyecto productivo de hongo Shiitake a las comunidades por medio de Instituciones gubernamentales o no gubernamentales de tal forma que se llegue a implementar como un proyecto de seguridad alimentaria. Ayudando a incrementar sus ingresos o simplemente como un producto para consumo del hogar, para que logren obtener un ingreso con poca inversión en un tiempo corto.
2. Los agujeros que se realizan en las bolsas deben realizarse desde el día de siembra y deben ser lo más pequeños posibles para evitar la entrada de alguna plaga, además estos ayudan a que salga el dióxido de carbono que se genera en las bolsas de sustrato.
3. Es recomendable que la Urea sea aplicada en forma foliar ya que al micelio del hongo se le dificulta el crecimiento si es aplicado en el sustrato. Si la Urea se desea aplicar al sustrato debe ser en baja cantidad, lo recomendable son 0.65 grs. por bolsa
4. Dado a las observaciones del crecimiento del micelio en los pasteles de sustrato se observó que este es más rápido en las capas del pastel que contenían aserrín, se considera que este sustrato es más favorable para el hongo Shiitake.

BIBLIOGRAFÍA

- Cacao, Fredy. *Manual productivo del cultivo hongo Shiitake*. Guatemala: snt., 2012.
- Chen W, Alice. *¿Qué es el hongo Shiitake?*, 2010. <http://www.hongos-comestibles-latinoamerica.com/P/P/shiitake/capitulo%201%20pag.1-15.pdf> (18 de febrero de 2014).
- Generalidades del maní forrajero*. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127164516_Maní%20forrajero%20alimento%20animal.pdf (18 de febrero de 2014).
- Hongos para todo el año*. http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Producci%C3%B3n_de_hongos_ostra_en_la_Mesta_Central_de_Guatemala (18 de febrero de 2014).
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). *Estudio de un basidiocarpo*. <http://ficus.pntic.mec.es/~jpif0002/basidiocarpo.htm> (18 de febrero de 2014).
- Mendoza, Luis. *Evaluación de la pulpa del café (Coffea arábica L.) sobre el rendimiento y eficacia biológica de la sepa ecs – 0110 de Pleurotus ostreatus utilizando espora de coco (cocos, nucifera L.) y estróbilos de Pino (Pinus spp)*. Tesis Licenciatura en Ciencias Agrícolas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 2001.
- Producción de hongos comestibles*. <http://www.elperiodico.com.gt/es/pais/19434> (18 de febrero de 2014).
- Rincón, Álvaro. *Maní forrajero (Arachis pintoi), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Guatemala: snt., 2009.



Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO

ANEXOS

Fotografía 1. Limpieza de sustrato



Tomada por: Hass, Carolina. Investigación de campo 2 014.

Fotografía 2. Bolsas de sustrato



Tomada por: Hass, Carolina. Investigación de campo 2 014.

Fotografía 3. Bolsas de sustrato con primeros brotes



Tomada por: Hass, Carolina. Investigación de campo 2 014.

Fotografía 4. Bolsas de sustrato, primer brote



Tomada por: Hass, Carolina. Investigación de campo 2 014.

No.192-2016



CUNOR | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala

El director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Al trabajo titulado:

PROYECTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE HONGO SHIITAKE (*Lentinus edodes* (Berk) Sing.), EN EL MUNICIPIO DE COBÁN, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

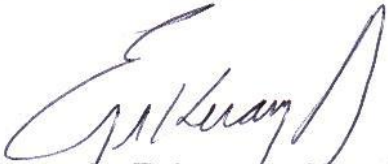
Presentado por el (la) estudiante:

MIRNA CAROLINA HASS TERCERO

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán Alta Verapaz 30 de Septiembre de 2016.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR



