

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE TESTA DE PEPITORIA (*Cucúrbita mixta pang*) Y RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*) COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

RAMIRO ARNOLDO GIL ESCOBAR

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE TESTA DE PEPITORIA (*Cucúrbita mixta pang*) Y RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*) COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

RAMIRO ARNOLDO GIL ESCOBAR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr.	Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr.	Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL II	Ing. Agr. Msc.	Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. Msc.	Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br.	Ana Isabel Fion Ruiz
VOCAL V	Br.	Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr.	Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, agosto de 2012

Guatemala, agosto de 2012

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación **“APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE TESTA DE PEPITORIA (*Cucúrbita mixta pang*) Y RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*) COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de graduación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme de ustedes.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

RAMIRO ARNOLDO GIL ESCOBAR

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS PADRE, HIJO Y ESPIRITU SANTO: *Mi luz, mi camino, mi guía, mi protector, mi inspiración, mi verdad de vida.*

MI MADRE:

Vidalia Estela Escobar Trujillo. Como muestra del eterno agradecimiento de su amor, esfuerzo y apoyo. Este es el fruto de todos sus esfuerzos, este logro se lo ofrezco como recompensa de su amor. GRACIAS MADRE

MIS HERMANOS:

Luis Alejandro, Herendida Estela, Carlos Roberto y María Vita, gracias por todo su cariño y ayuda en todo momento.

IVANNIA ALESSANDRA

Que este esfuerzo sea un ejemplo para que traces y alcances tus metas y que te sirva de inspiración para que también llegues a concretizar tus propios sueños.

MI FAMILIA:

Escobar. A todos mis tíos, primos y sobrinos, por el apoyo, la confianza y motivación. Que sea este acto una muestra que con Dios y mucha voluntad todas sus metas puedan cumplirse.

SUCELY MIRANDA:

Gracias por estar a mi lado demostrándome tu apoyo y amor. Que Dios bendiga a tu familia y a ti amor.

AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Agradezco haber conocido a cada una de las personas que acompañaron mi caminar diario, que con la enseñanza y consejo de cada uno, pude superar cada obstáculo de mi vida.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:

DIOS

MI PATRIA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCENTES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

MI AMATITLÁN

A la población de las comunidades con las cuales tuve a bien el convivir durante este ejercicio profesional, personas con grandes valores que luchan para vivir un día a la vez.

AGRADECIMIENTOS

AMPLIOS AGRADECIMIENTOS A:

Dr. David Monterroso Salvatierra, por su valiosa asesoría y apoyo constante en la realización del presente trabajo de graduación

Ing. Agr. Oscar Gonzalo Monterroso, por su valioso aporte de conocimientos y consejos brindados en la realización de este documento

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes, por todo el apoyo, colaboración y confianza en la realización de todas las actividades durante el ejercicio profesional supervisado.

Familia Ortiz, Don Germán, Doña Hortensia e Irene por brindar su amistad, confianza y hacer mi estadía de epesista muy especial.

Amigos y compañeros, Agradezco haber conocido a cada una de las personas que acompañaron mi caminar a diario, que con la enseñanza y consejo de cada uno, pude superar cada obstáculo de mi vida, en especial:

Edwin Quezada, Fredy Reynosa, Roger Reynosa, Víctor Díaz, Dennis Leiva, Iván Pirique, Byron Morales, Pedro Xiquín, Manolo Chiquita, Amílcar Toledo, Isaías Cali, Erika Roquel, Lili Santiago, Ingrid López, Wendy Chávez, Leticia Contreras, Flor Gil, Rosa Villalta, Gladis Gil, Carmen Sierra, Sucely Martínez, Ana Martínez.

ONG Caritas Diocesana de Verapaz, por la oportunidad de realizar mi EPS dentro de un equipo profesional cuyo objetivo es el bienestar de las comunidades necesitadas de Guatemala.

Componente de Agricultura, Lic. Edgar Hernández, Ing. Byron Peña, Gilberto Sub, Nery Juárez, Francisco Caal, Nino Xitumul, Ventura Gómez, Dany Pop, Linda Raxón, Paola Arias

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y MANEJO DEL BOSQUE, DE LOS CASERÍOS CHIMACHÓ, CHUAVERENA, CHUACHACALTE, PAHUEZÁ Y PATABAL, CUBULCO, BAJA VERAPAZ.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 METODOLOGÍA.....	4
1.3.1 Ubicación del objeto de estudio.....	4
1.3.2 Delimitación del área de estudio.....	4
1.3.3 Descripción del manejo agronómico de los principales cultivos.....	4
1.3.4 Descripción del manejo y beneficio del recurso bosque.....	5
1.4 REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
1.4.1 Agricultura de subsistencia.....	6
1.4.2 Características de la agricultura de subsistencia.....	7
1.4.3 Situación del recurso bosque.....	8
1.4.4 Situación del recurso suelo.....	8
1.4.5 Mancha de Asfalto o Mancha Negra (<i>Phyllachora maydis</i>).....	9
1.5 RESULTADOS.....	10
1.5.1 Generalidades del municipio de Cubulco, Baja Verapaz.....	10
1.5.2 Localización.....	10
1.5.3 Fisiografía.....	11
1.5.4 Climatología.....	11

	PÁGINA
1.5.5 Suelos.....	11
1.5.6 Zona de vida.....	12
1.5.7 Medio de transporte.....	12
1.5.8 Descripción del manejo agronómico de los principales cultivos y manejo del recurso bosque.....	12
1.5.8.1 Principales cultivos en las comunidades.....	12
1.5.8.2 Producción agrícola.....	13
A. Preparación del terreno.....	13
B. Manejo agronómico del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>).....	13
C. Manejo agronómico del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	15
D. Asocio maíz (<i>Zea mays</i>) y ayote (<i>Cucúrbita sp</i>).....	16
E. Manejo agronómico del cultivo de café (<i>coffea arabica</i>).....	16
F. Estructuras de almacenamiento de cosechas.....	17
G. Conservación de suelos.....	17
1.5.8.3 Descripción del manejo del recurso bosque.....	17
A. Beneficios del recurso bosque.....	18
1.6 CONCLUSIONES.....	19
1.7 RECOMENDACIONES.....	20
1.8 BIBLIOGRAFÍAS.....	21
1.9 ANEXOS.....	22
CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE TESTA DE PEPITORIA (<i>Cucúrbita mixta pang</i>) Y RASTROJO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i>), COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>) EN LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ.....	28

	PÁGINA
2.1 PRESENTACIÓN.....	29
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	31
2.2.1 Glosario básico de términos.....	31
2.2.2 Importancia de <i>Pleurotus ostreatus</i>	32
2.2.3 Hábitat.....	32
2.2.4 Composición de los hongos.....	32
2.2.5 Clasificación taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i>	34
2.2.6 Características morfológicas de <i>Pleurotus ostreatus</i>	34
2.2.7 Factores ambientales para el desarrollo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
2.2.8 Relación carbono-nitrógeno en el desarrollo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	36
2.2.9 Oxígeno.....	36
2.2.10 Indicadores de producción.....	36
2.2.10.1 Eficiencia biológica (E.B.).....	36
2.2.10.2 Tasa de producción (T.P.).....	37
2.2.11 Cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	38
2.2.11.1 Preparación del inóculo.....	38
A. Preparación del inóculo primario.....	38
B. Preparación del inóculo secundario.....	39
2.2.11.2 Preparación del sustrato.....	39
2.2.11.3 Fermentación.....	39
2.2.11.4 Hidratación.....	40
2.2.11.5 Pasteurización.....	41
2.2.11.6 Siembra e incubación.....	41

	PÁGINA
2.2.11.7 Fructificación y cosecha.....	42
2.2.12 Principales sustratos empleados para el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	43
2.2.12.1 Pulpa de café como sustrato de <i>Pleurotus ostreatus</i>	43
2.2.12.2 Rastrojo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) como sustrato de <i>Pleurotus ostreatus</i>	44
2.2.13 Factores bióticos que perjudican el desarrollo del cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	45
2.2.14 Plagas y enfermedades en el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	45
2.2.14.1 Plagas.....	45
A. Colémbolos.....	45
B. Dípteros.....	45
2.2.14.2 Enfermedades.....	46
A. Hongos.....	46
B. Bacterias.....	46
2.2.15 Resultados experimentales y su interpretación.....	47
2.2.15.1 Pruebas de hipótesis.....	47
2.2.15.2 Método de Student con datos de parcelas apareadas.....	48
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	50
2.3.1 Descripción del área.....	50
2.3.1.1 Limite territorial del municipio de Cubulco Baja Verapaz.....	50
2.3.1.2 Localización del área de estudio.....	50
2.3.1.3 Fisiografía.....	51
2.3.1.4 Climatología.....	51
2.3.1.5 Suelos.....	51
2.3.1.6 Zona de vida.....	52

	PÁGINA
2.4 OBJETIVOS.....	53
2.4.1 Objetivo general.....	53
2.4.2 Objetivos específicos.....	53
2.5 HIPÓTESIS.....	54
2.6 METODOLOGÍA.....	55
2.6.1 Material experimental.....	55
2.6.2 Diseño experimental.....	55
2.6.3 Tratamientos.....	56
2.6.4 Variables de respuesta.....	56
2.6.4.1 Eficiencia biológica (E.B.).....	56
2.6.4.2 Período productivo (T).....	56
2.6.4.3 Tasa de producción (TP).....	56
2.6.5 Manejo del cultivo.....	56
2.6.5.1 Siembra e incubación del hongo.....	57
2.6.5.2 Producción de carpóforos (Fructificación).....	57
2.6.5.3 Recolección de datos experimentales.....	58
2.6.5.4 Análisis de datos experimentales.....	58
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
2.7.1 Cuantificación de producción de carpóforos.....	59
2.7.1.1 Periodo productivo.....	62
2.7.1.2 Tasa de producción.....	62
2.8 CONCLUSIONES.....	64
2.9 RECOMENDACIONES.....	65

	PÁGINA
2.10 BIBLIOGRAFÍA.....	66
2.11 APÉNDICES.....	68
CAPÍTULO III: INFORME DE SERVICIOS.....	76
Servicio No. 1: Capacitación y Aforamiento de las principales corrientes hídricas de la microcuenca Xun, Municipio de Cubulco, Baja Verapaz.....	77
3.1.1 PRESENTACIÓN.....	77
3.1.2 IMPORTANCIA DEL AFORAMIENTO DE LAS CORRIENTES HÍDRICAS.....	77
3.1.3 OBJETIVOS.....	78
3.1.4 REVISIÓN DE LITERATURA.....	78
3.1.4.1 Marco Conceptual.....	78
A. Aforo por velocidad superficial (flotador).....	78
B. Aforo volumétrico.....	79
3.1.4.2 Marco referencial.....	80
A. Generalidades del municipio de Cubulco, Baja Verapaz.....	80
B. Localización.....	80
C. Fisiografía.....	80
D. Climatología.....	81
E. Suelos.....	81
F. Zona de vida.....	81
G. Hidrología.....	81
3.1.5 METODOLOGÍA.....	83
3.1.5.1 Capacitación practica de aforamiento de corrientes hídricas al equipo técnico	83
A. Aforo por velocidad superficial (flotadores).....	83

	PÁGINA
B. Aforo volumétrico.....	83
3.1.5.2 Aforamiento de las corrientes permanentes de la Microcuenca Xun.....	84
A. Métodos de aforo.....	84
a. Método volumétrico.....	84
b. Método de velocidad-área.....	84
3.1.5.3 Equipo de aforamiento.....	85
3.1.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	86
3.1.7 RECOMENDACIONES.....	88
3.1.7.1 Protección de las fuentes.....	88
3.1.7.2 Prácticas de protección.....	88
A. Prevención de la contaminación por actividades agrícolas.....	88
B. Prevención de la contaminación por arrastre de agua de lluvia.....	89
3.1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	89
3.1.9 ANEXOS.....	90
Servicio No. 2: Asistencia técnica y establecimiento de parcelas de frutales en los caseríos Chimachó, Chuachacalte, Pahuezá, Patabal y Chuaverena.....	92
3.2.1 PRESENTACIÓN.....	92
3.2.2 OBJETIVOS.....	92
3.2.3 METODOLOGÍA.....	93
3.2.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	94
3.2.4.1 Asistir a capacitaciones.....	94
3.2.4.2 Distanciamiento de siembra, ahoyado y siembra.....	94
3.2.4.3 Sistemas agroforestales.....	95

	PÁGINA
3.2.5 CONCLUSIONES.....	97
3.2.6 ANEXOS.....	98
Servicio No. 3: Capacitación, manejo y establecimiento del cultivo <i>Pleurotus ostreatus</i> a técnicos agrícolas.....	99
3.3.1 PRESENTACIÓN.....	99
3.3.2 OBJETIVO.....	99
3.3.3 METODOLOGÍA.....	100
3.3.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	100
3.3.4.1 Fase de inducción teórica.....	100
A. Generalidades.....	100
B. Contenido nutricional.....	101
C. Ventajas del cultivo del hongo ostra.....	102
D. Manejo agronómico.....	102
a. Preparación del sustrato.....	102
b. Hidratación.....	102
c. Pasteurización.....	103
d. Condiciones de asepsia.....	103
e. Siembra e incubación.....	103
f. Fructificación o cosecha.....	104
3.3.4.2 Capacitación: fase de inducción teórica.....	105
3.3.4.3 Capacitación: fase de inducción práctica.....	106
3.3.5 CONCLUSIONES.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Rendimientos de cosechas de maíz y frijol del los caseríos de Cubulco.....	16
Figura 2. Cultivos en asocio maíz – cucúrbitas.....	22
Figura 3. Monocultivo de frijol, sin conservación de suelo.....	22
Figura 4. Preparación de terreno, con insumos químicos.....	22
Figura 5. Preparación del terreno de manera artesanal.....	22
Figura 6. Selección de semilla criolla.....	23
Figura 7. Uso de herbicidas.....	23
Figura 8. Parcela sin conservación de suelos.....	23
Figura 9. Parcela con conservación de suelos.....	23
Figura 10. Quema de rastrojo, monocultivo de maíz.....	23
Figura 11. Fertilización química.....	23
Figura 12. Quema del bosque para establecer cultivos.....	24
Figura 13. Incendios forestales.....	24
Figura 14. Tala de arboles.....	24
Figura 15. Beneficio del recurso bosque.....	24
Figura 16. Cuerpo fructífero de <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
Figura 17. Ubicación geográfica del municipio de Cubulco y límites territoriales.....	50
Figura 18. Ubicación geográfica de la comunidad Pahuezá.....	51
Figura 19. Producción de carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i> (en gramos) en dos cosechas obtenidas, en cada uno de los sustratos evaluados.....	60
Figura 20. Obtención de materiales, disponibles en la comunidad.....	71
Figura 21. Recolección de rastrojo de maíz, para sustratos.....	71

	PÁGINA
Figura 22. Triturado de rastrojo de maíz, para la preparación del sustrato.....	71
Figura 23. Obtención de parales, para la construcción del umbráculo de fructificación.....	71
Figura 24. Umbráculo de fructificación.....	72
Figura 25. Estantes artesanales para la fructificación.....	72
Figura 26. Medidas de asepsia.....	72
Figura 27. Desinfección de sustratos.....	72
Figura 28. Presentación comercial del micelio <i>Pleurotus ostreatus</i>	73
Figura 29. Invasión de <i>Pleurotus ostreatus</i> en sustrato de rastrojo de maíz.....	73
Figura 30. Invasión de <i>Pleurotus ostreatus</i> en sustrato de testa de pepitoria.....	73
Figura 31. Estantes con pasteles de sustratos invadidos de <i>Pleurotus ostreatus</i>	73
Figura 32. Aplicación de riego a pasteles.....	74
Figura 33. Equipo para registrar datos cuantificables.....	74
Figura 34. Carpóforos en sustrato de testa de pepitoria.....	74
Figura 35: Carpóforos en sustrato de rastrojo de maíz.....	74
Figura 36: Ubicación geográfica de la Microcuenca Xun.....	80
Figura 37: Red hídrica de la Microcuenca Xun.....	82
Figura 38: Puntos de aforamiento de corrientes hídricas de la Microcuenca Xun.....	87
Figura 39: Capacitación al equipo técnico de la Microcuenca Xun.....	90
Figura 40: Medición de anchos promedios.....	90
Figura 41: Medición de profundidades promedios.....	90
Figura 42: Contaminación por insumos agrícolas.....	90
Figura 43: Corriente hídrica, parte alta.....	91
Figura 44: Corriente hídrica, parte media.....	91

	PÁGINA
Figura 45: Corriente hídrica, parte baja unión con el rio Canchel.....	91
Figura 46: Deforestación en la parte alta, para la siembra de granos básicos.....	91
Figura 47: Capacitación previa a la implementación de las parcelas.....	98
Figura 48: práctica agro-cultural.....	98
Figura 49: parcela agro- frutal.....	98
Figura 50: Asocio de cultivos.....	98
Figura 51: práctica de fertilización.....	98

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1: Coordenadas geográficas de los caseríos diagnosticados.....	10
Cuadro 2. Valor alimenticio de diferentes alimentos en peso fresco.....	33
Cuadro 3. Valores ideales ambientales para el desarrollo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
Cuadro 4. Composición Química de la pulpa de café (<i>Coffea arábica</i>).....	44
Cuadro 5. Análisis proximal del rastrojo de maíz.....	44
Cuadro 6: Composición porcentual de tratamientos.....	56
Cuadro 7. Duración en días de cada fase para la producción artesanal de carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i>	59
Cuadro 8. Producción de carpóforos por tratamiento en gramos.....	60
Cuadro 9. Eficiencia biológica, en porcentaje, por tratamiento.....	61
Cuadro 10. Período productivo en días, por tratamiento.....	62
Cuadro 11. Tasa de producción, en porcentaje, por tratamiento.....	63
Cuadro 12. Análisis estadístico de los datos de la eficiencia biológica.....	68
Cuadro 13. Análisis estadístico, de datos de periodo productivo.....	69
Cuadro 14. Análisis estadístico, de datos de tasa de producción.....	70
Cuadro 15: Resultados de aforamiento de las corrientes hídricas de la Microcuenca Xun	86
Cuadro 16: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Chuaverena, municipio de Cubulco.....	95
Cuadro 17: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Chimachó, municipio de Cubulco.....	95
Cuadro 18: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Pahuezá, municipio de Cubulco.....	96

	PÁGINA
Cuadro 19: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Patabal, municipio de Cubulco.....	96
Cuadro 20: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Chuachacalte II, municipio de Cubulco.....	96
Cuadro 21: Composición porcentual de los elementos nutritivos de los hongos.....	101
Cuadro 22: Valor nutritivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	101
Cuadro 23: Condiciones adecuadas para la incubación y fructificación de <i>Pleurotus ostreatus</i>	104

APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ

Resumen

El presente informe integrado es el producto del programa de ejercicio profesional supervisado EPSA ejecutado en el periodo comprendido de febrero de 2010 a noviembre de 2010 realizado en la Organización No Gubernamental Caritas Diocesana de Verapaz, Rabinal, Baja Verapaz.

El trabajo de graduación se efectuó en tres fases: Diagnóstico, Investigación y Servicios. El diagnóstico presentado en el primer capítulo se realizó con el propósito de obtener información sobre las principales actividades agrícolas y el manejo del recurso bosque de los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal, del municipio de Cubulco, Baja Verapaz.

En el primer capítulo, que es la fase de diagnóstico, se pudo detectar que los principales cultivos en los caseríos son frijol, maíz y cucúrbitas, estas dos últimos son sembradas en asocio, los cultivos son fertilizados químicamente y en las parcelas de siembra una gran mayoría de productores no realizan prácticas de conservación de suelos. Se pudo detectar la falta de información de los productores de las comunidades que poseen sobre el manejo del recurso bosque, para poder utilizarlo al máximo y sosteniblemente, ya que ellos no lo utilizan adecuadamente.

En el segundo capítulo, se presenta la investigación realizada en la comunidad Pahuezá, con el fin de conocer la adaptabilidad del hongo ostra y evaluar los sustratos presentes en la comunidad, para la producción artesanal del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*); El objetivo de dicha investigación fue evaluar este cultivo con fines de mitigar la inseguridad alimentaria que sufren las comunidades de esta región guatemalteca.

Los sustratos evaluados fueron, rastrojo de maíz y testa de pepitoria, dichos sustratos fueron elegidos por ser abundantes en las comunidades de Cubulco Baja

Verapaz. Los sustratos fueron hidratados, esterilizados y sembrados con el micelio primario de *Pleurotus ostreatus*.

Posteriormente los sustratos fueron incubados por 30 días en la obscuridad, luego fueron trasladados a un cuarto de fructificación, realizando dos cosechas, donde se obtuvieron las variables respuestas a evaluar.

La primer variable de respuesta fue la eficiencia biológica en porcentaje de *P. ostreatus* sobre el rastrojo de maíz y testa de pepitoria, las cuales fueron 158.33 y 93.33 por ciento respectivamente, las cuales solo el rastrojo de maíz supero el cien por ciento, dicho sustrato se considera aceptable para ser explotado en la producción artesanal de carpóforos de *P. ostreatus*.

La segunda variable respuesta fue el periodo productivo de *P. ostreatus* sobre el rastrojo de maíz y testa de pepitoria, las cuales fue de 61.5 y 56.5 días respectivamente. Para fines de producción no representa relevancia a la existencia de cinco días más de periodo productivo con relación al que presentó menos; ya que es este el sustrato que presenta mayor porcentaje de eficiencia biológica.

Dicho cultivo es viable producirlo en condiciones ambientales similares donde se evaluó esta investigación.

En el tercer capítulo, se enumeran los servicios que se realizaron para contribuir la capacidad del equipo técnico de agricultura y beneficiarios comunitarios de la ONG Caritas Diocesana de Verapaz.

Servicio No. 1: Capacitación y Aforamiento de las principales corrientes hídricas de la microcuenca Xun, Municipio de Cubulco, Baja Verapaz. Dicha problemática se requiere la medición para determinar el caudal de cada corriente hídrica, a su vez la capacitación de técnicos de la Microcuenca, para que se realice la cuantificación de caudales en la época seca.

Servicio No. 2: Asistencia técnica y establecimiento de parcelas de frutales en los caseríos Chimachó, Chuachacalte, Pahuezá, Patabal y Chuaverena. La Organización No

Gubernamental Caritas Diocesana de Verapaz, con su programa de seguridad alimentaria nutricional, tiene el propósito de contrarrestar la problemática de inseguridad alimentaria en las comunidades. Entre sus componentes se encuentra el componente de agricultura, cuya función es de implementar proyectos en las comunidades beneficiarias, entre los proyectos se encuentran el establecimiento de parcelas de frutales. Dicha problemática se requiere de asistencia técnica sobre el manejo de las especies frutales para su establecimiento.

Servicio No. 3: Capacitación, manejo y establecimiento del cultivo *Pleurotus ostreatus* a técnicos agrícolas. El manejo agronómico que se le da al cultivo de *Pleurotus ostreatus* es de manera artesanal, haciendo uso de los recursos presentes en las comunidades para la preparación de los sustratos.

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* puede ser una alternativa para mitigar la inseguridad alimentaria que sufren las comunidades de esta región de Guatemala, la cual genere un mejor ingreso económico a las familias, para satisfacer necesidades básicas de alimentación, vestuario y educación.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y MANEJO DEL BOSQUE, DE LOS CASERÍOS CHIMACHÓ, CHUAVERENA, CHUACHACALTE, PAHUEZÁ Y PATABAL, CUBULCO, BAJA VERAPAZ.

1.1 PRESENTACIÓN

Guatemala es un país que se caracteriza por basar su economía en la actividad agrícola, por tal razón el Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –E.P.S.A- es de suma importancia para asesorar los procesos productivos existentes en una región proporcionando ideas básicas y técnicas que favorezcan a mejorar el nivel de vida de los guatemaltecos.

Guatemala se caracteriza, por vocación forestal, por la diversidad de suelos y ecosistemas, contemplando una pequeña área de la superficie total del territorio como vocación netamente agrícola.

Los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal, no son excluyentes a las condiciones generales del país, ya que sus características edáficas son de vocación forestal, en la actualidad constan con un área aproximadamente al 70% de cobertura forestal, del área total. Tal recurso es empleado por los habitantes de los caseríos para la extracción de leña y madera. Estas actividades las realizan sin ningún tipo de manejo forestal.

Las actividades agrícolas se basan en cultivos de subsistencia esencialmente granos básicos (maíz y frijol) y cucurbitáceas (ayote y pepitoria), las cuales son sembrados en asocio, en áreas sin manejo de conservación de suelos, en suelos pobres y erosionados. Obteniendo cosechas con rendimientos bajos.

Con base en lo anterior se planteó la necesidad de realizar el presente diagnóstico en los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal del municipio de Cubulco, Baja Verapaz, con la finalidad de proporcionar información relevante para el desarrollo de las comunidades.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

1.2.1.1 Generar información básica de los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahueza y Patabal, municipio de Cubulco del departamento de Baja Verapaz, a través de un diagnóstico que describa la situación actual del lugar, así como sus principales problemas de tipo agrícola y forestal.

1.2.2 Objetivos específicos

1.2.2.1 Identificar la problemática actual en el manejo agronómico de los principales cultivos por parte de los agricultores de los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahueza y Patabal, municipio de Cubulco en el departamento de Baja Verapaz.

1.2.2.2 Identificar la problemática actual en el manejo que brinda el recurso bosque de los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal, municipio de Cubulco en el departamento de Baja Verapaz.

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 Ubicación del objeto de estudio

Se realizó el reconocimiento del lugar mediante observación directa, entrevistas con persona claves (COCODES o promotores) del lugar y recopilación de información bibliográfica para conocer las características geográficas del lugar.

El lugar de objeto de estudio está ubicado en las comunidades Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal, del municipio de Cubulco en el departamento de Baja Verapaz.

1.3.2 Delimitación del área de estudio

El área se delimito usando mapas de las comunidades existentes en la institución Caritas Diocesana de Verapaz, procediendo a determinar colindancias a través de información proporcionada por personas de las comunidades y el reconocimiento del lugar.

1.3.3 Descripción del manejo agronómico de los principales cultivos.

Para describir el manejo agronómico de los principales cultivos del área, se utilizó una boleta conteniendo diversas preguntas con la finalidad de obtener información de carácter agrícola, encuestando a agricultores claves residentes de los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal. Dicha información se complementó haciendo caminamientos en el área de estudio, mediante observaciones directas en las parcelas de cultivos.

1.3.4 Descripción del manejo y beneficio del recurso bosque.

Para describir el manejo y beneficio del recurso bosque, se utilizó una boleta conteniendo diversas preguntas con la finalidad de obtener información de carácter forestal, encuestando a agricultores claves residentes de los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal. Dicha información se complementó haciendo caminamientos en el área de estudio, mediante observaciones directas.

Se realizó un vaciado de la información proveniente de las boletas de encuesta, analizando los resultados obtenidos.

1.4 REVISIÓN DE LITERATURA

1.4.1 Agricultura de subsistencia

El sector agrícola de subsistencia está constituido por un gran número de productores que trabajan a un bajo nivel tecnológico y ocupan importantes superficies de tierra de labor y en gran medida se encuentran excluidos de los beneficios del sistema económico.

Aunque dentro del sector agrícola existe una gran heterogeneidad entre los productores, se les consideran pequeños productores que se desenvuelven a un nivel de subsistencia e infrsubsistencia, con base en tecnologías tradicionales que carecen de suficiente capital para el desarrollo de su actividad agropecuaria y están sujetos a la extracción de excedentes a través de relaciones de intercambio desigual, lo que les permite acumular capital para salir de su situación de pobreza. (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990)

Los principales cultivos que se suelen sembrar los productores de subsistencia son aquellos que se pueden destinar al autoconsumo para satisfacer y asegurar sus necesidades alimenticias básicas, tales como maíz y frijol, que pueden complementarse con otros cultivos de tipo comercial y actividades pecuarias.

Debido al reducido tamaño de las explotaciones y a los niveles tecnológicos que utilizan, los rendimientos y volúmenes de producción que se obtienen son bajos, esto da lugar a que sea escaso o nulo el excedente para el mercado, y que los ingresos provenientes de su actividad agrícola sean bajos. (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990)

1.4.2 Características de la agricultura de subsistencia

El sector campesino es aquel donde el proceso productivo se desarrolla en unidades de tipo familiar y cuyo objetivo primordial es asegurar ciclo a ciclo la reproducción de sus condiciones de vida y trabajo. (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990)

Cuando se considera el concepto campesino, es necesario considerar primero el carácter familiar de la unidad productiva, es decir, la unidad campesina, es simultáneamente una unidad de producción y consumo, en tal sentido, las decisiones que se refiere al consumo son inseparables de las que afecta a la producción; producción agrícola que se realiza sin empleo de fuerza de trabajo. (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990)

Esto conduce a que en las unidades campesinas la fuerza de trabajo familiar disponible se debe ocupar en la unidad productiva.

El carácter mercantil de la producción campesina, en tal sentido, no constituye una economía natural o de auto consumo auténtico, ya que desde el momento en que una proporción variable de los elementos materiales de su producción deben ser comprados con dinero en el mercado.

En las unidades campesinas, el resultado de sus actividades económicas es el ingreso familiar total y este ingreso es el recibido por todos los miembros de la unidad familiar. La unidad campesina es tan vulnerable a los efectos de un resultado adverso, que sus decisiones las toman tratando de evitar cualquier riesgo, aun cuando se les presenten actividades que potencialmente le puedan representar mejor ganancia. Esto es lo que explica el por qué de la persistencia de métodos tradicionales, que aunque generen un ingreso más bajo, reduce la varianza de los valores de producción esperado. Las unidades campesinas en nuestro país, se dedican principalmente a la producción de cultivos de consumo interno. (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990)

1.4.3 Situación del recurso bosque

Los bosques son un recurso natural renovable de más alto valor ecológico, cuyo papel es necesario que se comprenda con la mayor difusión posible. Estos son grandes productores de oxígeno, que asimilan el bióxido de carbono y en consecuencia la atmosfera, absorben gran cantidad de calor y protege el suelo y agua. (Matteucci 1982)

De una extensión de 108,889 Km² del territorio de Guatemala, 43,754 Km² son de bosque lo cual corresponde al 40% del territorio nacional de los cuales 35,658 Km² pertenece al bosque latifoliadas y 8,096 Km² son bosques de coníferas, estos datos aproximados ya que cada día se pierden miles de hectáreas de bosques existentes en el país, poseen también un 19% del volumen en pie de madera del país y más de 50% de madera que procesa la industria de coníferas. (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990)

Las deforestaciones suceden en un 23% en la formación de coníferas, y el 77% en formaciones de latifoliadas. La mayor parte de las deforestaciones es en Peten y las Verapaces. (Castro 1992)

1.4.4 Situación del recurso suelo

La cubierta vegetal es la encargada de proteger al suelo de la erosión eólica e hídrica y existe una estrecha relación entresuelo y vegetación. De acuerdo con estimaciones de la FAO en Guatemala la susceptibilidad a la erosión es alta en unos 35,866 Km² o sea en un 33% del territorio nacional y es muy alta en otros 32,491 Km² en un 30% del territorio nacional. (Matteucci 1982).

El tipo de tenencia de la tierra como el minifundio incrementa el uso excesivo del suelo como en las regiones del altiplano y central, con concentraciones de alta densidad de población en áreas con relieves accidentados, poca fertilidad y de vocación forestal. El

latifundio como nor-oriente y la costa sur hace que se incremente el sub-uso del recurso suelo los cuales poseen un relieve plano a ligeramente ondulado, con buena fertilidad, poca población la necesaria para trabajar la tierra o ninguna en algunos casos y tierras extensas en muchas ocasiones en abandono (Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos 1990).

En los caseríos Chimachó, Chuaverena, Chuachacalte, Pahuezá y Patabal los suelos son netamente de vocación forestal por ser poco profundos y con afloramientos rocosos a demás de una alta susceptibilidad a la erosión, son poco fértiles y se agotan en un año con cultivos. Las actividades productivas en estos suelos dan como resultado bajos rendimientos y daño al recurso bosque, esto depende en gran manera de la topografía del lugar, baja fertilidad de los suelos, incidencia de plagas y enfermedades, aspectos de la región como la escasez de agua, se hace necesario la búsqueda de fuentes alternativas de ingresos, como el desarrollo caficultura, estos cultivos perennes poseen una mayor rentabilidad a los cultivos de maíz y frijol reduciendo también la erosión de los suelos.

1.4.5 Mancha de Asfalto o Mancha Negra (*Phyllachora maydis*)

La enfermedad más severa que afecta al cultivo de maíz es la Mancha de Asfalto o Mancha Negra es causada por el ataque simultáneo de un complejo de hongos que comprende *Phyllachora maydis* y los hongos asociados *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllacorae*. La severidad de esta enfermedad reduce los rendimientos a menos de 10 qq por manzana. Sin la presencia de esta enfermedad los rendimientos son de 60 qq por mz. (Oscar Salazar. ICTA)

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Generalidades del municipio de Cubulco, Baja Verapaz

Cubulco posee un área aproximada 445 kilómetros cuadrados colinda al norte con Uspantan, Quiche; al este con Rabinal, Baja Verapaz; al sur con Granados, Baja Verapaz y al oeste con Joyabaj y canilla, Quiche. La cabecera esta en el valle de Cubulco que corresponde a la sierra de Chuacús. Etimológicamente, el nombre de Cubulco proviene de las voces de: Cubul, que significa “montón”, y co, que significa “esta” lo que da “amontonado está” (Farfán 1979)

La cabecera de Cubulco se encuentra a 198 kms. De la ciudad capital vía El Rancho, y a 140 kms. Vía San Juan Sacatepéquez. La localización geográfica de Cubulco al centro del valle es de 15°7'10'' latitud norte, y 90°37'33'' longitud oeste, su elevación promedio es de 1000 msnm. Ubicado dentro de la región fisiográfica de tierras altas sedimentarias, con presencia de relieves escarpados y accidentados. Actualmente el municipio cuenta con 12 aldeas y 216 caseríos. (Castro 1992)

1.5.2 Localización.

Los caseríos diagnosticados, se encuentran en el municipio de Cubulco departamento de Baja Verapaz, ubicadas geográficamente en las coordenadas siguientes.

Cuadro 1: Coordenadas geográficas de los caseríos diagnosticados

COMUNIDAD	COORDENADAS		ALTITUD	REFERENCIA
Chuachacalte	Latitud N15° 05' 18.1"	Longitud W90° 40' 53.1"	1,699 msnm	Escuela
Pahuezá	Latitud N15° 05' 24"	Longitud W90° 40' 53.1"	1,465 msnm	Escuela
Chimacho	Latitud N15° 05' 10.8"	Longitud W90° 41' 44"	1,660 msnm	Centro de convergencia
Patabal	Latitud 15° 04' 45"	Longitud W90° 42' 23.2"	1,736 msnm	Centro de convergencia
Chuaverena	Latitud N15° 05' 46.1"	Longitud W90° 43' 05.7"	1690 msnm	Escuela

Fuente: Elaboración propia

1.5.3 Fisiografía.

Se encuentran en la provincia fisiográfica de las tierras altas cristalinas, en esta región predomina el tipo de roca serpentina, esquistos gneises y en pequeñas áreas en las que abundan el granito. La característica de esta región es que se encuentra ubicada entre dos sistemas principales de fallas existentes son las que determinan el patrón de drenaje de algunos ríos como el Cuilco, Chixoy y Motagua.

1.5.4 Climatología.

La precipitación media anual promedio es de aproximadamente 998.5mm de lluvia. La temperatura media anual es de 21°C y la humedad es de 77%.

El clima en la región se presenta como B'b'Ci que significa lo siguiente:

B': es carácter del clima semicálido

b': es con invierno benigno o tipo de variación de temperatura

C: es jerarquía de humedad con un carácter de clima semiseco, región natural característica de pastizal

i: carácter de clima con invierno seco (Instituto Nacional Forestal 1970)

1.5.5 Suelos

Se encontró que los suelos pertenecen a la serie Chol y se describen de la siguiente manera:

Grupo 1: suelos de la altiplanicie central

Subgrupo E: suelos poco profundos sobre serpentina y esquisto

Serie: Chol, símbolo: chg. (Simmons 1982)

1.5.6 Zona de vida

Esta zona de vida se encuentra representada por el símbolo bh-s (t) que significa Bosque Húmedo Subtropical templado. (Simmons 1982)

El periodo en que las lluvias son más frecuentes corresponden a los meses de mayo a noviembre, variando de intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona. La precipitación oscila entre 1100 a 1349mm anuales. La biotemperatura anual varía entre los 20 y 26°C. La relación de evapotranspiración es alrededor de 1. Los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado a accidentado, y escarpado. La elevación varía entre los 1000 hasta 1700 msnm. (Matteucci 1982)

1.5.7 Medio de transporte

El principal medio de transporte que poseen los caseríos, son pick ups que transitan principalmente los días jueves y domingos que son los días de mercado en el municipio.

1.5.8 Descripción del manejo agronómico de los principales cultivos y manejo del recurso bosque

1.5.8.1 Principales cultivos en las comunidades

Los cultivos tradicionales que producen los caseríos son maíz, frijol, ayote y pepitoria, que son cultivados en monocultivo y en asocio, estos cultivos son para consumo familiar, en algunos casos los excedentes son vendidos en la plaza municipal, para la obtención de dinero para compras de primera necesidad. Estos cultivos para ellos son la seguridad alimentaria de sus familias debido a que mitigan sus necesidades mediante el consumo o venta de los productos.

Otro cultivo potencial que se observa en las comunidades, es el cultivo de café, este se cultiva a menor escala, con un promedio de 0.5 a 3 mz. Es despulpado artesanalmente en las comunidades para consumo familiar.

1.5.8.2 Producción agrícola

A. Preparación del terreno

La actividad de preparación del terreno comienza a finales de marzo e inicio de abril, con el propósito de tener lista la parcela cuando precipiten las primeras lluvias y consiste en eliminar las malas hierbas y picado del suelo para el aflojado del suelo para un mejor enraizamiento de los cultivos.

La extensión de terreno para la producción de maíz oscila desde 0.12ha. a 0.27ha. en la mayoría de los casos el maíz es cultivado en asocio con ayote ó pepitoria. En el caso de frijol el área de producción es menor, aproximadamente de 0.06ha, comentan que por problemas de plagas y lluvias no le es rentable la siembra en gran escala de este cultivo, prefiriendo la compra del mismo en la plaza municipal.

B. Manejo agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays*)

El manejo agronómico que le dan los productores al cultivo de maíz se describe de la siguiente manera:

- Obtención de semillas: la semilla empleada son de origen criollo, que provienen de la cosecha anterior; los productores eligen las mejores mazorcas al momento de desojar la mazorca, las características a elegir mazorcas de gran tamaño, uniformidad de grano y que el grano se encuentre sano.
- Siembra: los distanciamientos promedio de siembra para el cultivo de maíz es de 0.80m entre plantas y 0.9m entre surco. El numero de semillas por postura es de 3 a 4, en algunos casos todavía realizan la siembra de 5 a 6 semillas por postura. La siembra se realiza con las primeras lluvias que corresponden a los meses de abril y mayo.
- Labores culturales: por lo general se realizan 2 limpieas y una calza (aporque), realizando la primera limpia a los 25 días de la siembra y una segunda limpia antes o

en el momento de la floración. En algunos casos agricultores emplean herbicidas, comentan que se les facilita el trabajo de limpieza de su parcela.

- Fertilización: los agricultores realizan 2 aplicaciones de fertilizantes, siendo la primera a los 25 días después de la siembra y una segunda al momento de la floración. La fertilización se aplica conjuntamente al momento de las limpias. solo emplean fertilizantes químicos entre ellos urea o un complemento en mezcla química como triple 15.
- Control de plagas: las plagas que identifican los agricultores, que causan daño al cultivo de maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) causando daño en el meristemo apical de las plantas y gallina ciega (*Phyllophaga sp.*) causando daño en la zona radicular de las plantas. La mayoría de los agricultores no hacen control de estas principales plagas. Una minoría realizan aplicación de volaton granulado, al momento de la preparación del suelo y en los cogollos de las plantas.
- Enfermedades: la enfermedad que afecta en cultivo de maíz de los productores de los caseríos es la denominada mancha de asfalto, afectando en el desarrollo vegetativo de la planta, inhibiendo la producción.
- Cosecha: Esta se realiza en forma manual, principiando con la dobla de la planta con el propósito de reducir la humedad, a los 30 días se realiza el tapiscado (cosecha) posteriormente se realiza el desgrane del grano. En la grafica 1 se muestra el rendimiento promedio de las cosechas oscila entre 31 quintales por manzana.

C. Manejo agronómico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

El manejo agronómico que le dan los productores al cultivo de frijol se describe de la siguiente manera:

- Este cultivo se siembra de manera individual y pocos agricultores la cultivan, el distanciamiento de siembra es de 0.30 m entre plantas y 0.50 m entre surcos. La semilla es criolla la cual la obtienen de la cosecha anterior, sembrándose al inicio de las primeras lluvias en el mes de mayo, otros esperan hasta el mes de junio.
- Labores culturales: los agricultores realizan labores de limpieza a los 30 días después de la siembra, esta la realizan conjuntamente con la fertilización, empleado fertilizantes como urea o un complemento en mezcla química como triple 15.
- Control de plagas: las principales que afectan a las parcelas de los agricultores se encuentran la tortuguilla (*Diabrotica spp.*) causando daños en el follaje, flores y frutos pequeños dejando huecos irregulares en las plantas, las babosas (*Vaginulus plebelus*) son masticadores de las hojas y tallos, mosca blanca (*Bemisia tabaci*) los adultos y las hifa son chupadores de las hojas, los adultos son también vectores de virus y Picudo de la vaina del frijol (*Apion godmani*) los adultos ponen huevos dentro de las vainas y las larvas comen granos en desarrollo.
- Cosecha: esta la realizan arrancando la plantas cuando la planta ha llegando a su última etapa fenológica, las vainas presentan madurez en sus granos. En la siguiente gráfica se muestran los rendimientos promedio las cuales oscilan entre 24.5 quintales por manzana.

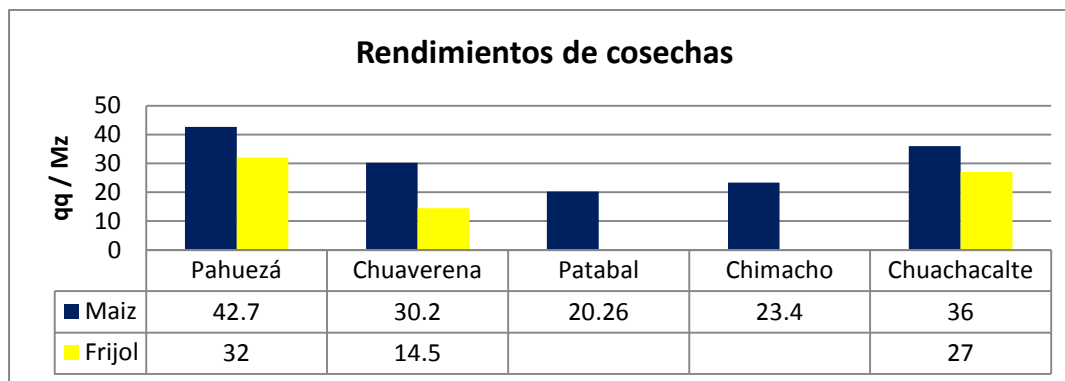


Figura1. Rendimientos de cosechas de maíz y frijol del los caseríos de Cubulco.

Los datos reflejados en la gráfica hacen mención de la cosechas del 2008 y 2009, la cosecha de maíz 2010, sufrió un 50% de baja en su rendimiento debido a la enfermedad llamada mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*).

D. Asocio maíz (*Zea mays*) y Ayote (*Cucúrbita sp*)

Este tipo de asocio es empleado por la mayoría de los agricultores de estas comunidades. Sembrando el maíz con las primeras lluvias del mes de mayo, el cultivo de ayote se siembra un mes después. Con este tipo de asocio los agricultores están disminuyendo la incidencia de ataques de plagas y enfermedades, labranza mínima y optimización de nutrientes presentes y aportes de nutrientes.

E. Manejo agronómico del cultivo de café (*Coffea arabica*)

Este cultivo es de producción de menor escala en las comunidades, la extensión de producción oscila entre 0.5ha a 2ha. Este cultivo lo observan los comunitarios como un buen potencial de producción debido a que varios agricultores se están dedicado a la realización de almácigos de café para la siembra de nuevas parcelas o ampliación de las mismas.

El café es despulpado en la comunidad por despulpadoras manuales, para la venta en pergamino y una menor cantidad para el consumo. Muchas familias poseen pequeñas parcelas de café en los patios de sus casas con fines de autoconsumo.

Los agricultores aplican fertilizantes principalmente urea, 20-20-0, triple 15 y abonos orgánicos como la pulpa de café, estiércol de ganado, gallina y lombricompost. Los cafetales presentan enfermedades como ojo de gallo (*Mycena citricolor*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y roya (*Hemileia vastratrix*).

F. Estructuras de almacenamiento de cosechas

La mayoría de los agricultores poseen estructuras de almacenamiento, como trojas y silos la cual sirven para el almacén de sus cosechas. El consumo por familia de 5 integrantes es de 5 quintales de frijol y 22 quintales de maíz al año.

G. Conservación de suelos

Es de mucha importancia en los sistemas productivos evitar la pérdida de la capa de suelo superficial agrícola. La base de un buen sistema productivo es un buen suelo y su conservación. La mayoría de los agricultores no realizan prácticas de conservación de suelos para la siembra de cultivos de maíz, frijol y cucúrbitas. Una minoría efectúa prácticas como barreras vivas o muertas, terrazas, siembra al contorno, curva a nivel principalmente en el cultivo de café.

1.5.8.3 Descripción del manejo del recurso bosque

El uso apropiado para estos suelos es netamente de manejo forestal, debido a que los suelos en general son poco profundos, con relieves escarpados y no son aptos para cultivos. Las especies predominantes es el pino (*Pinus oocarpa*) y el encino (*Quercus sp.*), por lo que el relieve de estos terrenos son escarpados, idóneos para la vocación forestal.

En la actualidad no hacen ningún manejo forestal, las áreas de bosque son de origen natural y la reproducción de pino se da por semilla y en el caso de encino por brotes y semilla. La regeneración no prospera en el área debido a incendios en menor escala y falta de manejo. El manejo inadecuado del bosque se da por el desconocimiento del uso de las especies nativas por lo que se hace necesario implementar un plan de manejo con

énfasis en la reproducción de especies con semillas nativas, ya que en las comunidades no poseen viveros para la reproducción de especies.

A. Beneficios del recurso bosque

Los habitantes de los caseríos obtienen del bosque los siguientes subproductos:

- Leña: uno de los principales beneficios que obtienen es la leña principalmente de arboles de encinos y pinos. El consumo promedio de este subproducto es de 3 a 5 tareas al año. Para la obtención de esta leña se hacen talas de arboles y aprovechamiento de árboles caídos.
- Madera: la especie que se aprovecha para la obtención de madera para la construcción es el pino. Toda la madera obtenida es utilizada para autoconsumo para la fabricación de casas de los mismos habitantes de las comunidades. Los arboles que se utilizan son en pie y los cortan cuando estos presentan un diámetro considerable para la obtención de tablas.

1.6 CONCLUSIONES

Los caseríos diagnosticados comparten los mismos problemas y limitantes en el manejo agrícola y del recurso bosque, dicha información fue evidenciada durante la época de siembra del año 2010, dichas problemáticas encontradas se enuncian a continuación:

- 1.6.1** Los principales cultivos que se producen en los caseríos son frijol, maíz y cucurbitáceas, estos últimos son sembrados en asocio, con el propósito de optimizar espacio y aprovechamiento de sus cosechas.
- 1.6.2** Los productores siembran en los meses de abril y mayo aprovechando las primeras lluvias, por lo general realizan dos trabajos de limpiezas de sus cultivos y dos fertilizaciones químicas, ninguno de los productores emplea productos orgánicos en sus sistemas de producción.
- 1.6.3** La producción de maíz para el año 2010 se vio afectado por las incesantes lluvias de la tormenta agatha y la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) reduciendo sus cosechas en 60 % en sus rendimientos, productores testimoniaron que su rendimiento de producción de maíz es de 25 a 30 quintales por manzana, dicho rendimiento fue afectado en una reducción de 60%, obligando las familias a comprar dichos insumos básicos para el sustento de sus integrantes familiares.
- 1.6.4** Los caseríos diagnosticados se encuentran ubicados en suelos para uso forestal, dicha problemática hace que los productores deforesten pequeñas áreas de cobertura forestal, con fines de sembrar cultivos de supervivencia como maíz, frijol y cucurbitáceas.

1.6.5 En ninguna de las comunidades realizan manejo del recurso bosque, beneficiándose de este recurso, en lo que es leña para cocinar sus alimentos y madera para edificar sus viviendas.

1.7 RECOMENDACIONES

1.7.1 Dichas problemáticas que afectan a los caseríos diagnosticados, una forma de mitigar su efecto es recomendable implementar sistemas agroforestales, en la cual los productores sean beneficiarios de dicho asocio.

1.7.2 Capacitar a los productores sobre temas de agricultura orgánica, proporcionándoles técnicas y estrategias para el manejo de plagas, enfermedades y abonos orgánicos. Que le sean eficientes en sus sistemas de agricultura.

1.8 BIBLIOGRAFÍAS

1. Castro, T. 1992. Inventario forestal caserío La Estancia, aldea Patzijón, Cubulco, Baja Verapaz. Guatemala, GTZ. 61 p.
2. Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos, GT. 1990. Propuesta de elementos estratégicos para un modelo que impulse el desarrollo de la agricultura en Guatemala: memorias. Guatemala. 26 p.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. Farfán, O. 1979. Vocación agrícola y prioridades de acción en las Verapaces. Guatemala, USAC, Editorial Universitaria. p. 20–23. (Monografía no. 15).
5. Matteucci, SD; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington DC, US, OEA. 168 p.
6. RED SICTA (Proyecto Red de Innovación Agrícola, CR); IICA, NI; COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, SW). 2009. Enfermedad “mancha de asfalto” causa severas pérdidas en cultivos de maíz en Ixcán, Guatemala (en línea). Nicaragua. Consultado 14 oct 2010. Disponible en http://redsicta.org/newsletter/PDF/Mancha_Negra.pdf
7. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

1.9 ANEXOS



Figura 2. Cultivos en asocio maíz – cucúrbitas



Figura 3. Monocultivo de frijol, sin conservación de suelo



Figura 4. Preparación de terreno, con insumos químicos



Figura 5. Preparación del terreno de manera artesanal



Figura 6. Selección de semilla criolla



Figura 7. Uso de herbicidas



Figura 8. Parcela sin conservación de suelos



Figura 9. Parcela con conservación de suelos



Figura 10. Quema de rastrojo, monocultivo de maíz



Figura 11. Fertilización química



Figura 12. Quema del bosque para establecer cultivos



Figura 13. Incendios forestales



Figura 14. Tala de arboles



Figura 15. Beneficio del recurso bosque

BOLETAS DE ENCUESTAS**BOLETA AGRÍCOLA**

Nombre _____ No. cedula _____

1. Cargo que ejerce en la comunidad _____

2. Se dedica usted a la agricultura _____ SI
_____ NO

Que otra actividad desempeña _____

3. Cultivos que siembra MAÍZ _____ FRIJOL _____ OTROS _____

4. Extensión empleada para cultivos (cuerdas, manzanas) _____
MAÍZ _____
FRIJOL _____ OTROS _____

5. Realiza alguna práctica de conservación de suelos _____ SI _____ NO _____

Si la respuesta es sí, cuales son las prácticas de conservación de suelos

6. Fertiliza sus cultivos SI _____ NO _____

7. Qué tipo de fertilizante aplica
ORGÁNICO _____ indicar cual ABONERA _____ BROZA _____
PULPA _____ GALLINAZA _____

OTROS TIPOS DE ABONO ORGÁNICO _____

QUÍMICO _____ indicar cual TRIPLE 15 _____ 20-20-0 _____
UREA _____ OTROS _____

8. Cuantas aplicaciones hace de fertilizante hace al cultivo _____

9. En qué etapa de desarrollo de la planta efectúa la aplicación de fertilizantes
_____10. Mano de obra empleada para cultivar
FAMILIAR _____
CONTRATADA _____

Observaciones _____

11. En qué fecha prepara el suelo para la siembra _____

En qué consiste _____

12. Cuantas limpiezas realiza al cultivo y a los cuantos de ser establecido _____

13. Qué tipo de semilla utiliza para la siembra

CRIOLLA _____ **VARIEDAD SELECCIONADA** _____ **HÍBRIDOS** _____

14. Cuáles son las plagas más comunes que afectan a los cultivos _____

15. Que utiliza para el control de plagas _____

16. Que enfermedades afectan a los cultivos _____

17. Que utiliza para el control de enfermedades _____

18. Distanciamiento de siembra _____ No. de semillas por postura _____

19. Cuanto produce y su destino

PRODUCTO	CANTIDAD EN qq	AUTOCONSUMO EN qq	VENTA EN qq
Maíz	_____	_____	_____
Frijol	_____	_____	_____
Otros	_____	_____	_____

Observaciones _____

20. Por cuánto tiempo le alcanza lo cosechado (meses) _____

21. Tiene la necesidad de comprar

SI _____ **NO** _____ **EN DONDE** _____ **ÉPOCA** _____

22. Posee estructura para almacenar granos **SI** _____ **NO** _____

Que tipo **SILO** _____ **TROJA** _____ **TONELES** _____ **OTROS** _____

BOLETA MANEJO FORESTAL

1. Qué tipo de árboles hay en su terreno

ENCINO _____ **PINO** _____ **OTROS** _____

2. Beneficio que obtiene del bosque **LEÑA** _____ **MADERA** _____ **OTROS** _____

2.1 Si el beneficio es leña

- a) Que especies **PINO** _____ **ENCINO** _____ **OTROS** _____
- b) Que destino le da al producto **AUTOCONSUMO** _____ **VENTA** _____ **OTROS** _____
- c) Que cantidad extrae (No. de tareas, cargas o madera) _____

- d) Con qué frecuencia extrae **SEMANAS** _____ **MESES** _____ **AÑO** _____
- e) Cuales arboles aprovecha **CAÍDO** _____ **EN PIE (corta arboles)** _____
- e) Si la leña es para la venta, que ingreso obtiene **Q.** _____

2.2 Si el beneficio es para madera de construcción

- a) Que especies ocupa **PINO** _____ **ENCINO** _____ **OTROS** _____
- b) Que destino le da al producto **AUTOCONSUMO** _____ **VENTA** _____
- c) Cantidad que extrae (pies) _____
- d) Con qué frecuencia (tiempo) _____
- e) Cuales arboles aprovecha **CAÍDO** _____ **EN PIE** _____
- f) Si la madera es para la venta que ingreso se obtiene **Q.** _____

3. Que otro beneficio se obtiene del bosque _____

Manejo que se le da

1. Siembra arboles constantemente _____

2. Hace algún tipo de aprovechamiento, manejo adecuado y tecnificado del recurso Bosque

SI _____ **NO** _____

Observaciones: _____

Tiene algún vivero de arboles maderables: ESPECIES _____

Otras especies en vivero _____



CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE TESTA DE PEPITORIA (*Cucúrbita mixta pang*) Y RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*),
COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN
LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ**

2.1 PRESENTACIÓN

Guatemala por sus características agroecológicas posee potencial para el cultivo de hongos, entre ellos *Pleurotus ostreatus*. Debido al aumento de la población en Guatemala, es necesario incrementar la producción de alimentos, por tal razón es preciso implementar sistemas alternativos de producción de alimentos, en especial en aquellas áreas rurales donde el alimento es escaso por la falta del recurso hídrico.

La selección y disponibilidad del material a emplear en el *P. ostreatus*, se debe realizar en función al lugar específico en el que se pretende establecer el cultivo, con el propósito de la reducción de costos de transporte y tratamientos para obtener medios selectivos que permitan el crecimiento rápido y seguro.

En el desarrollo de las actividades agro productivas se generan grandes cantidades de residuos, por lo general son subproductos de baja importancia económica, una forma de transformación de los subproductos para su aprovechamiento, es mediante el cultivo de *P. ostreatus*.

La implementación de cultivos de hongos alimenticios, requiere del empleo de sustratos adecuados para su crecimiento y desarrollo. En el caso de *P. ostreatus*, se tiene conocimiento que la mayor parte de productores lo cultivan, usando como sustratos la pulpa de café y el rastrojo de trigo, debido a que son materiales lignocelulósicos que reúnen las características físicas y químicas apropiadas para el cultivo.

Un sustrato potencialmente ideal para el cultivo de *P. ostreatus* debe de contener cantidades grandes de celulosa, hemicelulosa y lignina, estos constituyentes están en función del manejo agronómico, lugar de origen, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, etc., se considera que el éxito de la producción de *P. ostreatus* depende de la calidad del sustrato donde se desarrollará.

La testa o cascarilla de pepitoria es un desecho que se encuentra en grandes cantidades en las comunidades, en virtud que los productores de pepitoria la trasladan a los caseríos del municipio de Cubulco para que los comunitarios la escarifiquen, la testa no proporciona ninguna utilidad a los

pobladores, lo que hace ideal para su utilización como sustrato por su facilidad de obtención. El maíz se cultiva en el caserío Pahuezá y al rastrojo no se le da ningún tipo de aprovechamiento.

Por tal razón se justifica realizar la investigación para comparar los subproductos, como propósito de recomendar cual presenta los mejores resultados para el desarrollo del hongo, bajo condiciones del caserío Pahuezá, Cubulco, Baja Verapaz.

El cultivo artesanal de *P. ostreatus* representa un sistema alternativo para mitigar el efecto de la inseguridad alimentaria, mediante el acceso, disponibilidad y la utilización de los carpóforos productivos con fines de mejorar el índice nutricional de los seres humanos.

El cultivo de *P. ostreatus* se presenta como una excelente alternativa para producción de proteína en los programas de seguridad alimentaria. La estrategia a seguir consiste en capacitar a los comunitarios tanto en el cultivo de las setas como en su preparación culinaria, trasladando el conocimiento de las propiedades nutritivas de los hongos para mejorar la dieta alimenticia en los hogares.

La investigación se llevó a cabo durante 67 días, llegando a la conclusión que el sustrato de rastrojo de maíz (*Zea mays*) es el adecuado para la implementación del cultivo *P. ostreatus*, bajo las condiciones artesanales y ambientales similares a las del caserío Pahuezá, dicho sustrato alcanzó eficiencia biológica superior al cien por ciento.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Glosario básico de términos

Agar: Sustancia de consistencia gelatinosa que se obtiene de las algas marinas y se utiliza para preparar medios de cultivo nutritivos en donde se cultiva y estudia a los microorganismos (Agrios, 1995).

Asepsia: Conjunto de procedimientos científicos destinados a preservar de gérmenes o microbios una instalación u organismo.

Basidiomicetos: Grupo de hongos que producen sus esporas sexuales, o basidiosporas, en los basidios. (Agrios, 1995)

Basidio: Estructura en forma de mazo que contiene a las basidiosporas (Agrios, 1995).

Carpóforo: Órgano reproductor de los hongos (Agrios, 1995).

Cuerpo fructífero: Estructura compleja de los hongos que contiene esporas (Agrios, 1995)

Estípite: Parte que sostiene el píleo de los hongos; comúnmente conocido como pie (Agrios, 1995).

Hifa: Ramificación simple de un micelio (Agrios, 1995).

Himenio: Superficie fértil de un hongo; corresponde a la parte del cuerpo fructífero que produce esporas (Agrios, 1995).

Inóculo: Patógeno o partes de él que causan infección; partes de los patógenos que entran en contacto con el hospedante. (Agrios, 1995)

Macromiceto: Hongo superior que puede observarse a simple vista (Agrios, 1995).

Micelio: Conjunto de hifas ramificadas que crece en el suelo o sustrato como una masa algodonosa, produciendo los cuerpos fructíferos del hongo (Agrios, 1995).

Píleo: Parte superior del cuerpo del hongo; comúnmente es conocido como sombrero (Agrios, 1995).

Sustrato: Material o sustancia en la que un microorganismo se alimenta y desarrolla. Es también una sustancia sobre la que actúa una enzima (Agrios, 1995)

2.2.2 Importancia de *Pleurotus ostreatus*

P. ostreatus es un macromiceto, cuya particularidad es la de formar un cuerpo fructífero visible denominado carpóforo. Su importancia radica en que posee un complejo enzimático, que permite degradar moléculas de alto peso como la celulosa, lignina, quitina y taninos que se encuentran en los sustratos sobre los cuales se desarrolla y crece, revalorizando de esta forma los desechos orgánicos. Esta importancia conduce al aprovechamiento eficaz y del sistema enzimático que poseen para fines alimenticios, médicos, industriales y ecológicos, al consumir sus cuerpos fructíferos (Abita, 2004)

2.2.3 Hábitat

P. ostreatus, es un hongo que en su ambiente natural, crece en el suelo, troncos o sobre desechos agrícolas o agrícolas industriales, que están constituidos principalmente por celulosas (40-60 por ciento), alimentándose de estos nutrientes y degradándolos (Monterroso, 2009).

2.2.4 Composición 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 (Lazo, 2001; ver cuadro 2)

Cuadro 2. Valor alimenticio de diferentes alimentos en peso fresco

Alimento	Valor energético en 1000 g (kcal)	Grasas	Minerales	Carbohidratos	Proteína	Agua
Carne	189	0.5	0.5	13	18	68
Leche	62	0.7	4.8	3.7	3.5	87
Hongos	25	1	4.5	0.3	3.5	90
Papa	85	1.1	21	0.1	2	75
Espinaca	15	1.9	1	0.3	2.2	93
esparrago	20	0.6	2.7	0.1	1.8	95

Fuente: Nederland's s:f., citado por Mayela Justo; et al (Lazo, 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 (Lazo, 2001).

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 (Lazo, 2001).

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 (Lazo, 2001).

2.2.5 Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*

La diversidad del género *Pleurotus* abarca al menos 30 especies, entre ellas *P. ostreatus*. La clasificación de *P. ostreatus* es la siguiente.

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

División: Basidiomycota

Subdivisión: Basidiomycotina

Clase: Basidiomycetes

Subclase: Agaricomycetidae

Orden: Agaricales

Familia: Pleurotaceae

Género: *Pleurotus*

Especie: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr) Kummer. (Volk, 1998)

2.2.6 Características morfológicas de *Pleurotus ostreatus*

El verdadero hongo es una masa algodonosa, generalmente blanca, que técnicamente se llama micelio y la cual crece sobre el sustrato. Las fructificaciones de los hongos constituyen los cuerpos reproductores o fructíferos, son también la base de identificación de las especies (Monterroso, 2009).

En la Figura 16 se muestran las partes fundamentales del hongo, el píleo, o parte superior de la seta, es redondo aplanado ligeramente por esto se le conoce como hongo ostra en medios comerciales, con la superficie lisa, abombada y convexa, cuando es joven aplanándose luego poco a poco, el borde está algo enrollado al principio. El tamaño depende de la edad, oscilando de 5 a 15 centímetros de diámetro, aunque pueden encontrarse ejemplares mucho más grandes. El color es variable, blancas, perla, gris claro, gris oscuro, café o rosa (Monterroso, 2009).

En la parte inferior del sombrero está el himeneo que son unas laminillas dispuestas radialmente, que van desde el pie o estípote que las 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 (Monterroso, 2009).

El pie o estípite suele ser corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Pero su forma y longitud dependen mucho de la situación del hongo (Monterroso, 2009).

La carne es blanca, de olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa (Monterroso, 2009).

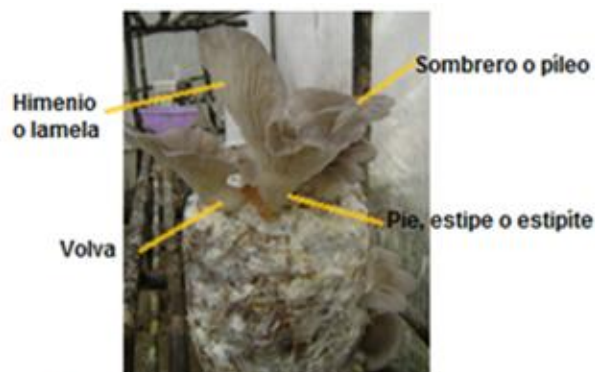


Figura 16. Cuerpo fructífero de *Pleurotus ostreatus*

2.2.7 Factores ambientales para el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*

Es importante considerar que se trabaja con un ser vivo, susceptible a cambios de temperatura, humedad, ventilación, luz, entre otros; que son, precisamente, los factores ambientales más importantes que se debe considerar y controlar a lo largo del proceso de cultivo de los hongos. Las condiciones varían según la etapa del proceso y del hongo, por lo que es fundamental conocer las necesidades específicas de la especie a cultivar. Para el caso de *Pleurotus* los valores ideales para su desarrollo se detallan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valores ideales ambientales para el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*.

Factor	Crecimiento micelar	Fructificación
Temperatura	25 – 33°C	26 - 28°C
Humedad relativa	Baja humedad	85 - 90%
Humedad del sustrato	70%	50%
pH del sustrato	6 - 7	6.5 – 7
Concentración de CO2	20 – 25% (aire normal)	Menor de 0.6% (buena ventilación)
Luminosidad	Oscuridad	150 – 200 lux (suficiente para leer)

Fuente: (Monterroso, 2009).

2.2.8 Relación carbono-nitrógeno en el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*

La relación carbono-nitrógeno es la cantidad de carbono por unidad de nitrógeno contenido en los tejidos de las plantas, la cual varía dependiendo del material.

La fuente de carbono se encuentra en mayor proporción en residuos vegetales secos, como rastrojos de maíz, trigo, maicillo, zacates y frijol, entre otros. La fuente de nitrógeno se encuentra principalmente en estiércol de animales, hojas verdes de cualquier planta, especialmente en las leguminosas, desechos de hortalizas y otros. El nitrógeno es necesario para la descomposición de la materia orgánica. Si el material orgánico tiene poca cantidad de nitrógeno con relación al carbono presente, entonces la abonera tiene un alto contenido de materiales, como rastrojo de maíz, trigo y zacate seco no descompuesto. En este caso la actividad bacteriana tiende a disminuir y el proceso se retarda (Monterroso, 2009).

Los microorganismos requieren, para su normal desenvolvimiento en la abonera, una relación de 25 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno. Una relación carbono-nitrógeno arriba de 30 se detiene la humificación de la materia orgánica. Mientras más alto sea el contenido de carbono, más tiempo tomará el proceso de descomposición de la materia orgánica (Monterroso, 2009).

2.2.9 Oxígeno

El oxígeno es esencial en el proceso de oxidación, durante el cual, por acción de los microorganismos al degradar la materia orgánica, se libera la mayor parte de carbono en forma de gas y calor. Una parte del carbono que no es liberado es utilizada por los microorganismos en combinación con el nitrógeno, para la formación de su propia estructura celular (Monterroso, 2009).

2.2.10 Indicadores de producción

2.2.10.1 Eficiencia biológica (E.B.)

Para expresar el grado de bioconversión de energía a partir de la biodegradación del sustrato, el concepto generalmente aceptado es la eficiencia biológica; que es la relación en porcentaje, entre el peso fresco de hongos producidos y el peso seco del sustrato empleado. Una eficiencia biológica

del cien por ciento es equivalente a decir que de un sustrato con un contenido de agua de 75 por ciento, el 25 por ciento de peso húmedo será recogido en carpóforos frescos, cuyo contenido de agua en promedio es de 90 por ciento. La eficiencia biológica depende esencialmente de las características físico-químicas del sustrato a utilizar. Por otro lado la calidad productiva de un sustrato se percibe como aceptable a partir de eficiencia biológicas del 100 por ciento. Sin embargo, al cultivar *Pleurotus* en pulpa de café previamente fermentada durante 6 días, se han obtenido eficiencias bilógicas hasta del 176 por ciento, y de 97 por ciento de eficiencia biológica cuando se mezcla con bagazo de caña de azúcar en proporciones de 50 por ciento cada uno (Monterroso, 2009). De lo anterior se tiene entonces que, la eficiencia bilógica está dada por la siguiente operación matemática:

$$\%EB = (Pfc/Pss) \times 100$$

Donde:

EB= Eficiencia Biológica

Pfc= Peso fresco de carpóforos

Pss= Peso seco del sustrato

2.2.10.2 Tasa de producción (T.P.)

La tasa de producción es la relación del porcentaje entre la eficiencia biológica y el tiempo requerido para la cosecha, es decir, representa la eficiencia biológica diaria (Monterroso, 2009). La tasa de producción se calcula mediante la siguiente operación matemática.

$$TP = \%EB / T$$

Donde:

TP= tasa de producción en porcentaje

EB= eficiencia biológica en porcentaje

T= los días desde la inoculación hasta la última cosecha

2.2.11 Cultivo de *Pleurotus ostreatus*

La producción de los hongos se produce en cuatro fases fundamentales, que son:

2.2.11.1 Preparación del inóculo

Esta fase se desarrolla a nivel de laboratorio bajo una serie de cuidados. Se refiere a la siembra y propagación del micelio del hongo a partir de un tubo inclinado que contenga la cepa original en buenas condiciones fisiológicas. La otra opción es a partir del micelio en el contexto del carpóforo fresco. La siembra se hace en una caja petri, ya sea en agar papa dextrosa, agar extracto, agar de Sabouraud, etc. Se incuba en oscuridad a 28°C durante 8 días aproximadamente. Pasado éste período, el hongo se resiembra en su sustrato intermedio (granos de cereales como maíz, sorgo, arroz, trigo, etc.) en cantidad suficiente para que una vez desarrollado su micelio, la mezcla grano hongo se utiliza como semilla en la siembra del sustrato definitivo. Se busca en éste caso la fructificación rápida y económicamente que optimice la fructificación (Monterroso, 2009).

La preparación del inóculo comprende los siguientes pasos:

A. Preparación del inóculo primario: El grano elegido como sustrato intermedio se limpia, se rehidrata en agua limpia (durante 15 horas para el caso del sorgo, o 24 horas para el maíz), se deja escurrir para eliminar el exceso de agua, se pesa en porciones de 200 gramos y mete dentro de bolsas de polipapel. Posteriormente se esteriliza a 121°C durante 30 minutos, se deja enfriar para luego inocularlo en condiciones de asepsia rigurosa con micelio proveniente de un centímetro cuadrado del hongo, que se ha cultivado previamente en caja petri. Una vez inoculada, cada porción de 200 gramos debidamente embolsada se incuba durante 10 a 15 días a 28°C en oscuridad. A cada porción se le denomina “primario” (Monterroso, 2009).

El proceso de preparación del inóculo primario debe realizarse en un área aséptica, de preferencia cerrada y sin corrientes de aire con equipo esterilizado. Es recomendable la utilización de una cámara de flujo laminar o en su defecto dos o tres mecheros Bunsen o Meckler colocados de tal manera que originen una zona aséptica en el área de la mesa donde se trabajará. El material y equipo empleado (agujas de disección, bisturí y asas de platino) se esteriliza flameándolos en la llama del mechero y dejándolos enfriar antes de su uso el hongo a utilizar es el micelio que se obtiene en el laboratorio en las cajas petri (Monterroso, 2009).

B. Preparación del inóculo secundario: A partir del primario, se debe tomar de 8 a 10 porciones de grano para ser resembrados en el mismo número de bolsas que contengan el sustrato intermedio estéril. Esta nueva porción, se incuba bajo las mismas condiciones que los primarios. Una vez crecido el hongo, a estos segundos paquetes se les llama “secundarios”.

Tiene las ventajas de: abaratar costos, debido al ahorro en agar y otros medios sintéticos; una propagación más rápida por ya estar adaptado el grano; y un mayor número de inoculaciones. Antiguamente se empleaban frascos de vidrio para el efecto, pero esa metodología, ha sido reemplazada exitosamente con bolsas de polipapel, las que con ciertos cuidados, soportan muy bien las condiciones de esterilización y los riesgos y problemas de manipulación y volumen que presentaban los frascos de vidrio (Monterroso, 2009).

2.2.11.2 Preparación del sustrato

La preparación del sustrato consistirá en facilitarle al micelio los nutrimentos en forma más accesible para que se realice un rápido crecimiento del hongo. Esta fase de la preparación del sustrato comprende varios métodos, y el cual dependerá del sustrato que se trabaje. Dentro de esos métodos están: la fermentación (en el caso de la pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, etc.), el secado y la fracturación o quiebra (en el caso de cáscaras, olote de maíz, pajas de gramíneas, etc.), la hidratación y escurrimiento, la pasteurización y finalmente el enfriamiento (si se trata de mezclas) y mezclado de los materiales que servirán como soporte para el crecimiento y fructificación del hongo (Monterroso, 2009).

2.2.11.3 Fermentación

Se recomienda para aquellos materiales como la pulpa de café fresca, el bagazo del maguey y la caña de azúcar que poseen una gran cantidad de azúcares solubles, éstos azúcares deben ser eliminados ya que promueven el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. Con la fermentación se obtiene mayor retención de humedad ya que ablanda la fibra que compone dichos materiales y además se reducen considerablemente otros compuestos no deseados en los sustratos como taninos, fenoles, ácidos, resinas, etc. que afectan el desarrollo del micelio (Monterroso, 2009).

La fermentación es un proceso aeróbico por el cual el sustrato se apila piramidalmente en un montículo donde se les agrega agua y se cubre con un material plástico negro para poder mantener

el calor y la humedad que favorecen las actividades enzimáticas de los microorganismos, alcanzando temperaturas promedio de 50 a 55°C . En esta etapa del proceso, se presentan cambios en el pH, lo cual permitirá la adaptación de distintos microorganismos descomponedores de azúcares, dando origen a carbohidratos menos complejos y que a su vez generan proteínas, eso además trae los beneficios de disminuir las probabilidades de contaminación con hongos como *Penicillium*, debido a la baja concentración de azúcares, y la obtención de sustratos más blandos. Se recomienda remover los sustratos cada dos días para evitar una fermentación anaeróbica. El tiempo de fermentación puede variar de 3 a 5 días dependiendo del sustrato, en algunos casos, como el de los bagazos, se requiere un mínimo de 10 días (Monterroso, 2009).

2.2.11.4 Hidratación

La hidratación, se realiza básicamente en sustratos secos como pajas, rastrojos, cascarillas, desechos de algodón, aserrín y pulpas deshidratadas. El sustrato a usar deberá estar fraccionado, a un tamaño de más o menos 2 a 3 centímetros por lado, las pajas, el rastrojo, pueden ser procesados por una picadora y en el caso del olote o la cáscara de cacao pueden ser triturados, habiendo logrado el fraccionado indicado va a permitir una mayor retención de humedad y un fácil manejo del sustrato. Las técnicas regularmente utilizadas son:

Remojo en agua, que puede ser ya sea a través de meter el material en bolsas de costal de plástico y ponerlas en remojo durante 1 a 12 horas, después de escurrir el exceso de agua se pasteuriza dentro de las mismas bolsas; o bien colocar el sustrato en un canasto de malla metálica de 50 x 80 centímetros y se sumerge por espacio de 20 horas, al término de las cuales habrá absorbido suficiente agua para tener cerca del 70% de humedad y esto es recomendable hacerlo con las pajas y rastrojos.

Formación de pilas o volcanes, consiste en extender el sustrato en el piso del área de preparación y se aplica agua hasta cerca del 80% se cubre con un plástico y se deja por una noche, y al día siguiente estará listo para la siembra.

Por compactación, esta se emplea para sustratos que tienen muy poca retención de humedad y son difíciles de hidratar, como es el caso de desecho de algodón, papel, cartón, estopa de coco, aserrín, etc., para efectuar esta práctica se coloca el sustrato en un cajón de aproximadamente 2 x

2 x 1 metros y se aplica agua uniformemente y se presiona severamente con los pies, con la finalidad de ir empapando y compactando el sustrato, luego se pone otra capa del sustrato y se hace lo mismo. El sustrato se hidrata en un promedio de 3 a 5 días con un 70 a 75 por ciento de humedad (Monterroso, 2009).

2.2.11.5 Pasteurización

La función es eliminar o inhibir la mayor cantidad de microorganismos (bacterias, mohos, levaduras) que puedan competir con el hongo en la utilización del sustrato. Esto se realiza sumergiendo el sustrato debidamente embolsado (sacos de tela) en un recipiente con agua caliente a una temperatura de 90 a 100°C, durante una hora (Monterroso, 2009).

2.2.11.6 Siembra e incubación

Existen varias técnicas para realizar el cultivo de *P. ostreatus*. Entre éstos se encuentran: el proceso del túnel, el cultivo en contenedores, el cultivo en bloques prensados y cultivo en sacos o bolsas.

La técnica utilizar es la del el cultivo en sacos o en bolsas de polietileno transparente, no debiendo utilizar bolsas de color opaco o negras porque tienen el inconveniente de no dejar ver el crecimiento del micelio sobre el sustrato y tampoco se puede ver si aparece algún moho contaminante u otro problema. Las bolsas a utilizar deberán ser nuevas, para evitar contaminaciones, siendo recomendable revisarlas para que no presenten perforaciones, o algún desperfecto o que estén sucias. El tamaño indicado de las bolsas pueden ser de 40 x 60, 50 x 60, 40 x 50 y 50 x 70 centímetros.

El enfriado del sustrato y la siembra se debe llevar a cabo en un área con estrictas medidas de asepsia para evitar contaminaciones. El personal debe estar provisto de ropa limpia, con mascarillas, cofia, y de preferencia guantes estériles y la puerta del local debe permanecer cerrada durante el proceso para evitar corrientes de aire.

La siembra e incubación se refiere al momento de inocular el sustrato con el hongo y al período de espera o reposo que se debe dar al sustrato para permitir el adecuado desarrollo del micelio. La siembra se realiza agregando y distribuyendo en capas alternas los 200 gramos de un secundario en 2.5 kilogramos de sustrato previamente pasteurizado y enfriado a la temperatura ambiente. La

mezcla sustrato-secundario se acomoda en bolsas de polietileno transparente, al terminar la siembra la bolsa se cierra por medio de un nudo teniendo cuidado de eliminar el aire del interior.

La incubación es la propagación del hongo en el sustrato previo a su fructificación y su posterior cosecha. La incubación de las bolsas ya inoculadas se debe realizar en un local donde la luz sea mínima o en completa oscuridad, colocando los sustratos en anaqueles, debe mantenerse una temperatura de 28°C durante 15 a 21 días. Durante la incubación, tres o cinco días después de haber efectuado la siembra, se hacen de 20 a 40 perforaciones perfectamente distribuidas sobre la parte superior de la bolsa de polietileno que se ha sembrado y preferentemente sin tocar al sustrato, esto es para permitir un mejor intercambio gaseoso y un mejor crecimiento del hongo (Monterroso, 2009).

2.2.11.7 Fructificación y cosecha

Fructificación: La fructificación se lleva a cabo después de la incubación cuando ya ha crecido bien el micelio y ha formado una superficie blanco-algodonosa que cubra todo el sustrato (pastel) y está lo suficientemente compactado. En presencia de luz se elimina la bolsa de polietileno para permitir la aparición de cuerpos fructíferos y pasar la masa hongo-sustrato formada, a la sala de fructificación. La sala de fructificación debe ser un área amplia, dedicada exclusivamente a la fructificación del hongo. Allí se deben mantener condiciones bien controladas de humedad tanto del sustrato (50% humedad) como del aire (85-90% humedad), buena ventilación, temperatura (26-28°C) e iluminación.

La ventilación tiene como objetivo eliminar el CO₂ generado por la respiración del hongo y renovarlo por aire oxigenado. Una ventilación insuficiente propicia la acumulación de CO₂ y el exceso de ventilación produce re secamiento del sustrato. Una acumulación baja de CO₂ puede inhibir el desarrollo de los cuerpos fructíferos o propiciar el crecimiento deforme de estos. Se recomienda mantener una ventilación en el cuarto de fructificación, de tal manera que el volumen de aire en dicho cuarto sea renovado de 4 a 6 veces cada hora.

El riego es necesario aunque solo sea en algunas horas del día, para aumentar la humedad y evitar el re secamiento del sustrato. Los riegos deben hacerse de preferencia de pulverización al ambiente, también debe efectuarse riegos directos al sustrato, sin embargo el chorro debe ser

suave para no dañar los cuerpos fructíferos. Es recomendable guiarse por un higrómetro o por higrómetro para saber cuándo es necesario regar. Una humedad inferior al 80 por ciento será negativa para la formación de carpóforos (Monterroso, 2009).

Dos días después de haber llevado los pasteles a la sala de fructificación y de haber eliminado la bolsa de polietileno, empiezan a aparecer los primordios, es decir los primeros cuerpos fructíferos. Cuatro días después, los primordios se han desarrollado bien, cubre la totalidad de la superficie del pastel y estarán en madurez comercial, listos para ser cosechados (Monterroso, 2009).

Cosecha: Para cosechar se debe esperar que los carpóforos alcancen el mayor tamaño posible, pero sin permitir que el borde del píleo comience a enrizarse hacia arriba. La cosecha se hace cortando el estípite con un cuchillo o bisturí estéril, justo a la base del tallo, en la unión con el sustrato, de abajo hacia arriba sin dañar el sustrato, todos los cuerpos fructíferos frescos que se obtengan en un pastel, se pesan y se calcula la eficiencia biológica (Monterroso, 2009).

2.2.12 Principales sustratos empleados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

2.2.12.1 Pulpa de café como sustrato de *Pleurotus ostreatus*

La pulpa de café, representa alrededor del 40 por ciento del peso del fruto fresco. Debido a la posibilidad de conservarla seca, la pulpa de café es un sustrato que se puede utilizar todo el año para la producción de hongos. También se puede utilizar mezclada con otros materiales como pajas. La pulpa de café ha sido reportada como uno de los sustratos más apropiados para la producción de *P. ostreatus*. Puede ser utilizada en fresco, sin embargo se recomienda fermentarla durante 5 días, lo cual se hace apilándola en montones de aproximadamente 1m de diámetro y 50 a 60 centímetros de altura. Se tapa el montón así preparado con un plástico, se debe voltear diariamente. Con la pulpa fermentada se han alcanzado rendimientos biológicos bastante elevados.

La pulpa también puede ser deshidratada al sol inmediatamente después de sacarla del pulpero (hasta un 8 por ciento de humedad). Así se puede conservar hasta 2 años. Para usar la pulpa que se ha secado, se sumerge durante 1 hora para hidratarla y se pasteuriza después durante 40 minutos a una temperatura de 85 a 100 °C, la pulpa fermentada se pone directamente a pasteurizar sin remojar. En el cuadro 4 se presenta la composición química de la pulpa de café:

Cuadro 4. Composición Química de la pulpa de café (*Coffea arabica*)

Componente	Fresca %	Deshidratada %	Fermentada Naturalmente y Deshidratada %
Humedad	76.7	12.6	7.9
Materia seca	23.3	87.4	92.1
Fibra cruda	2.1	11.2	10.7
Proteína cruda	2.1	11.2	10.7
Cenizas	1.5	8.3	8.8

Fuente: LEE PAZOS, J.E.(Lee, 1990)

2.2.12.2 Rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) como sustrato de *Pleurotus ostreatus*

El maíz, es una de las gramíneas más cultivadas en el mundo. Es utilizada en la industria moderna para satisfacer necesidades alimenticias. Los gérmenes de maíz contienen aceites para la alimentación humana, para elaborar jabones, barnices, etc. Esta es una planta que se utiliza en su totalidad, pues de ella se utiliza desde el grano hasta el rastrojo. Además puede utilizarse para alimento de animales en época de escasez de pasto, debido a que se puede almacenar en forma de forraje, o bien se puede ensilar para su mejor conservación.

En el cuadro 5 se da conocer un análisis proximal del rastrojo de maíz, que es uno de los sustratos utilizados en la investigación.

Cuadro 5. Análisis proximal del rastrojo de maíz

Componente	Rastrojo
Materia seca	94.8%
Extracto libre de nitrógeno	36.7%
Extracto etéreo	1.8%
Fibra cruda	40.2%
Nitrógeno	1.28%
Proteína	8%
Cenizas	8.1%
Calorías	166

Fuente: Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centroamérica y Panamá (INCAP, 1968)

2.2.13 Factores bióticos que perjudican el desarrollo del cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Los principales problemas a que puede enfrentar el productor de hongos son básicamente las contaminaciones, la presencia de plagas y las enfermedades. Las contaminaciones son el resultado de una mala pasteurización o de deficiencias en el manejo en la siembra del material. Durante la incubación son muy frecuentes las contaminaciones que pueden deberse a deficiencias en la limpieza de los locales de incubación o a orificios por donde pueden entrar el aire y microbios, insectos u otros. Las contaminaciones disminuyen notablemente si se trabaja en condiciones de asepsia rigurosa y si se verifica que los tratamientos de esterilización del grano para inóculo y la pausterización del sustrato sean efectuados rigurosamente. Los cuartos de incubación, siembra, y fructificación deben ser frecuentemente lavados, limpiados, desinfectados con cloro, alcohol u otro material (Godoy, 1997).

2.2.14 Plagas y enfermedades presentes en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

2.2.14.1 Plagas

A. Colémbolos

Son insectos diminutos sin alas que forman pequeñas galerías, seca y de sección oval en el interior de la parte comestible o carpóforo. Se encuentran gran cantidad entre las laminillas que hay debajo del píleo de las setas. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Destaca entre estos la especie *Hypogastrura armata*.(Godoy, 1997)

B. Dípteros

El daño lo causan en estado larval 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 mosquitas de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila*, y moscas del genero *Megaselia*. (Godoy, 1997)

Para el control de colémbolos y dípteros se recomiendan mediadas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse distintos insecticidas

como: Diazinon o malthion en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con Endusulfan o Dicloros, etc. (Godoy, 1997)

2.2.14.2 Enfermedades

A. Hongos

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

En las partes viejas se forman puntos rojizos. Los ejemplares atacados se vuelven blancos, amarillento-pardusco, y se aceleran su descomposición. Pueden atacar a las setas recolectadas (Godoy, 1997)

Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación. Para su control se deben cubrir en cal viva en polvo, sal, formalina al dos por ciento o una solución de Benomil, las zonas afectadas. También se puede emplear Zineb, Mancozeb, Carbodazin o Theabendazol (Godoy, 1997)

B. Bacterias

Pseudomonas tolaasii es una bacteria que ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación hasta las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo-pardusco o anaranjados, acaban pegajosos y si la temperatura y la humedad son altas se pudren pronto y huelen mal. (Godoy, 1997)

Para su control se aconseja procurar evitar el exceso de humedad, y la adición de sustancias nitrogenadas y el calor. Se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, o una solución de formalina al 0.2 – 0.3 por ciento, formol y otros productos (Godoy, 1997)

2.2.15 Resultados experimentales y su interpretación

2.2.15.1 Pruebas de hipótesis.

Con los valores estadísticos obtenidos o con los resultados experimentales, la teoría estadística ha desarrollado métodos para probar hipótesis relativas a parámetros de poblaciones. Tales métodos se conocen como pruebas de significancia estadística. (Reyes, 1982)

Las pruebas de hipótesis están basadas en la nulidad de las diferencias; es decir, la diferencia de promedios de muestras es cero o estima a cero; simboliza por H_0 y se conoce como hipótesis de nulidad. La hipótesis contraria se conoce como alternativa, y se expresa por H_a y está basada en la no nulidad de las diferencias. Un juego de hipótesis puede ser:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \text{ o } \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \text{ o } \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

La H_a excluye a la H_0 , o viceversa. Esto se conoce como aceptar la H_a y rechazar la H_0 , o viceversa. Al probar hipótesis pueden ocurrir los casos siguientes.

Caso 1. Si en la realidad la H_0 es cierta y la prueba estadística la acepta, la conclusión será correcta.

Caso 2. Si en la realidad la H_0 es cierta y la prueba estadística la rechaza, aceptando la H_a , se corre el riesgo de cometer un error, conocido como error α . La probabilidad de α se conoce como límite de significancia y el investigador la fija por adelantado, según el riesgo que esté dispuesto a correr de rechazar una cosa que en la realidad es cierta. Cuando más pequeño sea el error α . Más riesgo se corre de caer en el error β . (Reyes, 1982)

La mayoría de los investigadores fijan como valor de confiabilidad α 0.05 o 0.01 o 5% y 1%. Es decir, corren el riesgo de equivocarse cinco veces en 100 (una vez en 20) o una vez en 100, y en raras ocasiones aceptan equivocarse 10 veces en 100 o dos veces en 20, ya que es un riesgo alto. Por tanto, la H_0 se acepta si la probabilidad de error es mayor de 5%, en cuyo caso se dice que la diferencia no es significativa.

Si existiera algún valor, este estima a cero, lo cual se interpreta como una variación por casualidad o por azar. La H_0 se rechaza si la probabilidad de error es igual o menor a 5%, y entonces se dice que la diferencia es significativa. Si la probabilidad de error es menor o igual a 1%, entonces se dice que la diferencia es altamente significativa. En ambos casos se interpreta como una variación debida a una causa, y no al azar o a la casualidad. En resumen:

H_0	si	$P > 5\%$
H_a	si	$P \leq 5\%$
H_a	si	$P \leq 1\%$

Caso 3. Si en la realidad la H_0 es falsa y la prueba estadística la acepta, se comete el error, conocido como error β . No es posible conocer la magnitud del error β , pues depende de los valores reales de los parámetros de la población y estimados por los valores estadísticos de la muestra y del tamaño de esta, por lo cual se recomienda siempre tomar muestras lo más grande posibles y manejables. La magnitud del error β es inversamente proporcional al tamaño de dicha muestra y al valor fijado por el investigador para el error α .

Caso 4. Si en la realidad la H_0 de nulidad es falsa y la prueba estadística la rechaza, la conclusión también será correcta. (Reyes,1982)

B. Método de Student con datos de parcelas apareadas

¿Es significativa la diferencia de los promedios o es diferente de cero el promedio de las diferencias?

La pregunta anterior equivale a decir si A es mejor que B. para dar respuesta, se aplica la prueba de t, suponiendo que las diferencias de cada par es una muestra de una población de diferencias, mediante el siguiente juego de hipótesis.

H_0	$Md = 0$
H_a	$Md \neq 0$

$$t = \frac{\text{promedio de las diferencias}}{\text{error estandar de la media}} = \frac{\bar{d}}{S_d}$$

Si $|t| \geq t_{\alpha}(n-1)$ (de las tablas)

la H_0 se rechaza porque la $P < \alpha$, y entonces se acepta la H_a .

Si $|t| < t_{\alpha}(n-1)$ (de las tablas)

la H_0 se acepta porque la $P > \alpha$.

$$\bar{d} = \frac{\text{Suma algebraica de las diferencias}}{\text{número de pares}} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad s^2 = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

$$\sum x^2 = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}; i=1 \dots n$$

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Descripción del área

2.3.1.1 Límite territorial del municipio de Cubulco Baja Verapaz

Al Norte: Municipios de Uspantán y Chicamán del departamento del Quiché.

Al Este: Municipio de Rabinal departamento de Baja Verapaz.

Al Sur: Municipios de Granados Baja Verapaz y Pachalum del departamento del Quiché

Al Oeste: Municipios de Joyabaj y Canillá del departamento del Quiché.

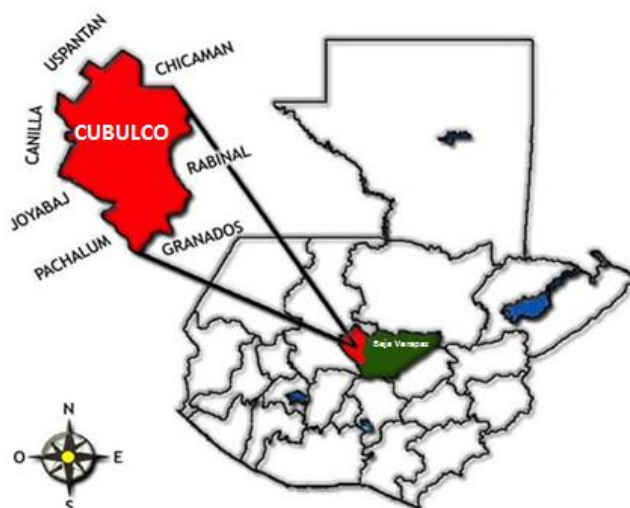


Figura 17. Ubicación geográfica del municipio de Cubulco y límites territoriales
Fuente. Cubulco.net

2.3.1.2 Localización del área de estudio

La comunidad Pahuezá donde se implementó la investigación, se encuentran en el municipio de Cubulco departamento de Baja Verapaz, se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas siguientes.

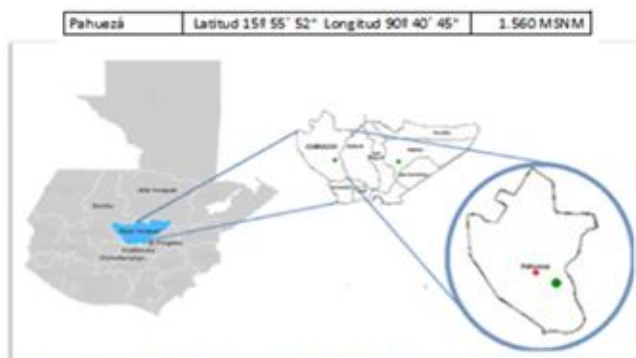


Figura 18. Ubicación geográfica de la comunidad Pahuezá

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.3 Fisiografía

Se encuentra en la provincia fisiográfica de las tierras altas cristalinas, en esta región predomina el tipo de roca serpentina, esquistos gneises y en pequeñas áreas en las que abundan el granito. La característica de esta región es que se encuentra ubicada entre dos sistemas principales de fallas existentes son las que determinan el patrón de drenaje de algunos ríos como el Cuilco, Chixoy y Motagua.

2.3.1.4 Climatología

La precipitación media anual promedio es de aproximadamente 998.5mm de lluvia. La temperatura media anual es de 21°C y la humedad es de 77%. (Instituto Nacional Forestal 1970)

El clima en la región se presenta como B'b'Ci que significa lo siguiente:

B': es carácter del clima semicálido

b': es con invierno benigno o tipo de variación de temperatura

C: es jerarquía de humedad con un carácter de clima semiseco, región natural característica de pastizal

i: carácter de clima con invierno seco

2.3.1.5 Suelos

Se encontró que los suelos pertenecen a la serie Chol y se describen de la siguiente manera:

Grupo 1: suelos de la altiplanicie central

Subgrupo E: suelos poco profundos sobre serpentina y esquisto

Serie: Chol, símbolo: chg. (Simmons 1959)

2.3.1.6 Zona de vida

Esta zona de vida se encuentra representada por el símbolo bh-s(t) que significa Bosque Húmedo Subtropical templado.

El periodo en que las lluvias son más frecuentes corresponden a los meses de mayo a noviembre, variando de intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona. La precipitación oscila entre 1100 a 1349mm. Anuales. La biotemperatura anual varía entre los 20 y 26°C. la relación de evapotranspiración es alrededor de 1. Los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado a accidentado, y escarpado. La elevación varía entre los 1000 hasta 1700 msnm. (Cruz, 1982)

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

- 2.4.1.1 Evaluar los indicadores de producción de la testa de pepitoria (*Cucúrbita mixta pang*) y el rastrojo de maíz (*Zea mays* L.), al ser utilizados como sustratos obtenidos de la región, en la producción de carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*, en el caserío Pahuezá, Cubulco, Baja Verapaz.

2.4.2 Objetivos específicos

- 2.4.2.1 Cuantificar los indicadores de producción, eficiencia biológica en porcentaje y tasa de producción en tiempo de la testa de pepitoria (*Cucúrbita mixta pang*), para ser utilizado como sustrato de *Pleurotus ostreatus*.
- 2.4.2.2 Cuantificar los indicadores de producción, eficiencia biológica en porcentaje y tasa de producción en tiempo, del rastrojo de maíz (*Zea mays*), para ser utilizado como sustrato de *Pleurotus ostreatus*.

2.5 HIPÓTESIS

El hongo *Pleurotus ostreatus* se desarrollará y fructificará alrededor de un cien por ciento de eficiencia biológica y con una producción deseable en el tiempo, en los sustratos de testa de pepitoria (*Cucúrbita mixta pang*) y rastrojo de maíz (*Zea mays*) provenientes de la producción de la comunidad Pahuezá.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Material experimental

- Testa de pepitoria (*Cucúrbita mixta pang*)
- Rastrojo de maíz (*Zea mays* L.)
- Cepa de *Pleurotus ostreatus*, para la siembra

2.6.2 Diseño experimental

Para evaluar la testa de pepitoria (*Cucúrbita mixta pang*) y rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) como sustratos en el cultivo de *P. ostreatus* se utilizó el método de Student con datos de parcelas apareadas, cada sustrato evaluado constituido de 6 repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales.

$$H_0 \quad Md = 0$$

$$H_a \quad Md \neq 0$$

$$t = \frac{\text{promedio de las diferencias}}{\text{error estandar de la media}} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

Si $|t| \geq t_{\alpha} (n - 1)$ (de las tablas)

la H_0 se rechaza porque la $P < \alpha$, y entonces se acepta la H_a .

Si $|t| < t_{\alpha} (n - 1)$ (de las tablas)

la H_0 se acepta porque la $P > \alpha$.

$$\bar{d} = \frac{\text{Suma algebraica de las diferencias}}{\text{número de pares}} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} \quad S^2 = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n - 1}}$$

$$\sum x^2 = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}; i = 1 \dots n$$

2.6.3 Tratamientos

Los tratamientos vegetales evaluados fueron: testa de pepitoria y rastrojo de maíz. Estos se evaluaron en forma pura para un total de 2 tratamientos, se utilizaron 6 replicas por tratamiento y se tomó como unidad experimental un contenedor equivalente a 500 gramos de sustrato seco.

La composición de los tratamientos se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6: Composición porcentual de tratamientos

Tratamientos	Código	Testa de pepitoria %	Rastrojo de maíz %
1	TP	100	0
2	RM	0	100
Referencia TP: Testa de pepitoria RM: Rastrojo de maíz			

2.6.4 Variables de respuesta

Para poder cuantificar la producción de carpóforos y evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de *P. ostreatus* en los sustratos puros, las variables de respuesta que se analizaron fueron las siguientes:

2.6.4.1 Eficiencia biológica (E.B.): se expresó en porcentaje y se determinó comparando el peso fresco de carpóforos sobre peso seco del sustrato multiplicando por cien.

2.6.4.2 Período productivo (T): se expresó en días y se determinó tomando los días que transcurren desde la inoculación hasta las primeras dos cosechas

2.6.4.3 Tasa de producción (T P): se expresó en porcentaje y se determinó relacionando la eficiencia biológica sobre el periodo productivo.

2.6.5 Manejo del cultivo

La investigación se estableció de manera artesanal en la comunidad Pahuezá, del municipio de Cubulco, Baja Verapaz. Los sustratos evaluados son los que se encuentran en mayor cantidad y disponibilidad en el lugar. El manejo del cultivo se describe de la siguiente manera:

2.6.5.1 Siembra e incubación del hongo

Los sustratos se colocaron en un lapso de 24 horas en un recipiente con agua, con fines de hidratar los sustratos, con el propósito de aumentar la humedad en los sustratos, luego se procedió a escurrirlos en un tiempo aproximado de 2 horas.

Los sustratos se pasteurizaron utilizando agua caliente a aproximadamente 85°C durante 1 hora. Después de la pasteurización de los materiales se procedió a escurrir y a enfriar (aproximadamente 30°C) a temperatura ambiente durante 1 hora.

Estando enfriados los sustratos se procedió a inocular los tratamientos con la semilla de *P. ostreatus*, colocándola en cada una de las unidades experimentales.

El procedimiento de inoculación de las unidades experimentales consistió en colocar de manera uniforme el sustrato dentro de una bolsa de polipapel transparente, luego se depositó 90 gramos (3.2 onzas) de micelio de *P. ostreatus* distribuyéndola sobre el sustrato, capa por capa.

A los tratamientos se les aplicó riego atomizado cada cuatro días con el fin de evitar la deshidratación en los sustratos.

Los tratamientos se incubaron hasta que el micelio invadió todo el sustrato de las unidades experimentales. Este procedimiento se realizó en total obscuridad. El proceso de incubación fue de 30 días a los 5 días de iniciada la fase de incubación, se procedió a realizar perforaciones a las bolsas para favorecer la ventilación al interior y evitar encharcamiento de agua dentro de la bolsa.

2.6.5.2 Producción de carpóforos (Fructificación)

Luego del proceso incubación, se le hicieron agujeros mas grandes evitando la re movición total de las bolsas, y se trasladaron al umbráculo construido artesanal, en donde se inició a proporcionarle agua atomizada mente 2 veces al día, al igual se humedeció estantes, piso y paredes de la cámara de fructificación.

2.6.5.3 Recolección de datos experimentales

La toma de datos se inició desde la inoculación de las unidades experimentales hasta la segunda cosecha. Para restringir los datos experimentales se utilizó un cuadro de doble entrada, en el cual se anotaron la fecha de inoculación, fecha de surgimiento de los primordios, fecha de cosecha, el número y peso de los carpóforos cosechados.

2.6.5.4 Análisis de datos experimentales

A las variables de respuesta; Eficiencia Biológica, Periodo Productivo y Porcentaje en Rendimiento de carpóforos, se les practicó el análisis de t de Student, con el fin de realizar el correspondiente estudio del comportamiento de rendimiento de cosecha, eficiencia biológica y porcentaje en rendimiento de carpóforos por unidad experimental. Los factores de variación fueron sometidos a una Prueba Múltiple de medias con una Diferencia Mínima Significativa 95 por ciento de confiabilidad ($\alpha = 0.05$) para conocer diferencias entre tratamiento.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climatológicas como temperatura y humedad relativa que manifestaron dentro del umbráculo fueron monitoreadas por 40 días, se promediaron los registros determinando una temperatura media de 17°C y una humedad relativa promedio de 53%.

En la realización de esta investigación se estudio el uso del sustrato a base de pulpa de café obteniendo resultados desfavorables en la invasión y fructificación sobre este, debido a la calidad del sustrato; las características del sustrato empleado fueron las siguientes: la pulpa de café fue obtenida de una cosecha anterior, con un grado de descomposición alto, el análisis químico de este sustrato se describe en el apéndice 5.

El procedimiento utilizado para la producción artesanal de carpóforos de *P. ostreatus* se efectuó en 67 días, lapso que incluyó las etapas de hidratación de sustratos, pasteurización, incubación y fructificación; hasta la obtención de la segunda cosecha. A continuación se detallan en el cuadro 7 la cantidad de días que se ocuparon para cada una de las fases:

Cuadro 7. Duración en días de cada fase para la producción artesanal de carpóforos de *Pleurotus ostreatus*

ETAPAS	DURACIÓN (días)
Hidratación	2
Pasteurización	1
Incubación	30
Desarrollo de los primordios y fructificación	34
TOTAL	67

A continuación se detallan los resultados obtenidos de la investigación y el análisis de las variables de respuesta.

2.7.1 Cuantificación de Producción de Carpóforos

Para poder obtener la eficiencia biológica, se cortaron todos los carpóforos que alcanzaron su madurez, cuantificando la cantidad en gramos de los carpóforos frescos obtenidos.

El mayor rendimiento en peso fresco se obtuvo en la primera cosecha, distribuida de la siguiente manera: 3325 gramos de 4750 gramos totales en el rastrojo de maíz, 1815 gramos de 2800 gramos totales en la testa de pepitoria. La cuadro 8 muestra el resumen de los pesos obtenidos, en gramos registrados en cada tratamiento.

Cuadro 8. Producción de carpóforos por tratamiento en gramos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES														Media	
	1		2		3		4		5		6		Total (g)		Cosechas (g)	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da		
Rastrojo de maíz	420	175	430	255	590	260	600	135	585	260	700	340	3325	1425	395.83	
Testa de pepitoria	320	25	405	305	260	105	140	280	360	120	330	150	1815	985	233.33	

En la figura 19 se muestra de manera gráfica el comportamiento del peso en gramos de los sustratos por cosecha que se muestran en el cuadro 8.

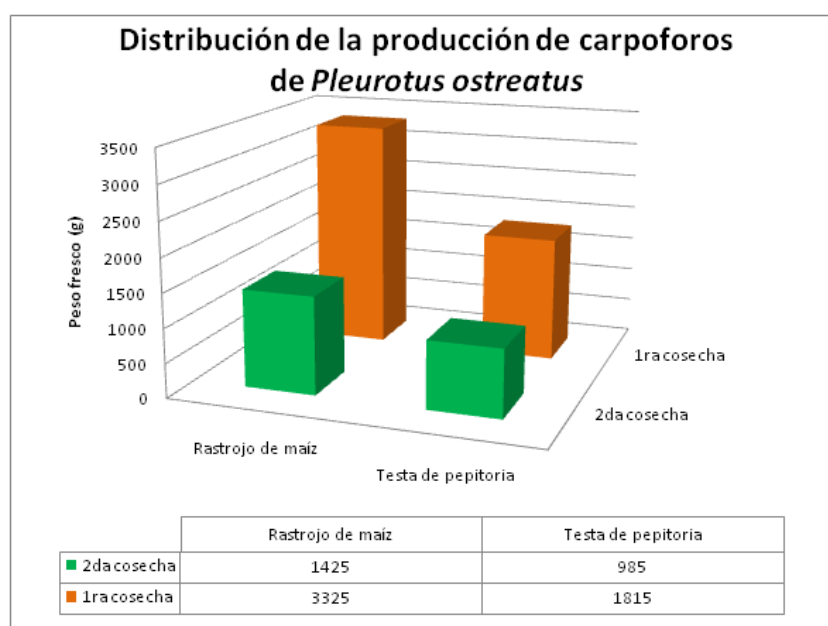


Figura 19. Producción de carpóforos de *Pleurotus ostreatus* (en gramos) en dos cosechas obtenidas, en cada uno de los sustratos evaluados.

Los sustratos rastrojo de maíz y testa de pepitoria, muestran un descenso en cuanto a la producción del hongo *P. ostreatus*, de la primera a la segunda cosecha. La cantidad de gramos obtenidos en cada uno de los tratamientos es de suma importancia para poder realizar los cálculos

matemáticos necesarios que proporcionaron el porcentaje de eficiencia biológica y del período productivo.

Con el rendimiento en peso fresco de carpóforos por unidad experimental y los 500 gramos de peso seco del sustrato, se procedió a calcular el porcentaje de Eficiencia Biológica para cada tratamiento. El cuadro 9 muestra los resultados obtenidos en las seis repeticiones de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 9. Eficiencia biológica, en porcentaje, por tratamiento.

Código	Tratamientos	Repeticiones						Media
		1	2	3	4	5	6	
RM	Rastrojo de maíz	119	137	170	147	169	208	158.33
TP	Testa de pepitoria	69	142	73	84	96	96	93.33

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, el rastrojo de maíz proporcionó 158.33 por ciento de eficiencia biológica y la testa de pepitoria proporcionó 93.33 por ciento de eficiencia biológica no alcanzando el parámetro, de acuerdo a lo establecido por (Salmones et al. 1997), el rastrojo de maíz es recomendado, debido a que la calidad productiva de un sustrato se acepta a partir de eficiencias biológicas iguales o superiores al 100 por ciento de eficiencia biológica.

Los resultados de eficiencia biológica se relacionan directamente con el consumo de lignina y celulosa, aminoácidos, vitaminas y minerales, la diferencia entre los tratamientos evaluados en cuanto a eficiencia biológica, pudieron deberse al grado de biodisponibilidad de estos en el sustrato. La diferencia de 65% de eficiencia biológica es significativa: el sustrato a base de rastrojo de maíz es 69.6% más productivo que el sustrato a base de testa de pepitoria, y el riesgo de error tiene una probabilidad menor de 2%.

2.7.1.1 Período productivo

El período productivo comprendió desde la inoculación hasta la obtención de la segunda cosecha. El período de incubación fue de 30 días para todas las unidades experimentales, el de fructificación varió en pocos días, en cada una de las unidades experimentales, siendo el menor de 53 días y el mayor de 64 días. Habiendo obtenido el período productivo (media) más alto para el rastrojo de maíz 61.5 días, y el más bajo, para la testa de pepitoria de aproximadamente 56.5 días, el dato medio fue obtenido en las unidades experimentales que fructificaron por una segunda vez. El cuadro 10 muestra el período productivo para cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

Cuadro 10. Período productivo en días, por tratamiento

Código	Tratamientos	Repeticiones						Media
		1	2	3	4	5	6	
RM	Rastrojo de maíz	61	58	61	64	64	61	61.5
TP	Testa de pepitoria	53	58	57	56	57	58	56.5

La diferencia de 5 días es significativa: el sustrato a base de testa de pepitoria fructificó en un 8.8% en el tiempo más rápido que el sustrato a base de rastrojo de maíz, y el riesgo de error tiene una probabilidad menor de 2%.

2.7.1.2 Tasa de producción

La tasa de producción se determinó al dividir la eficiencia biológica dentro del período productivo, que comprende el número de días transcurridos de la siembra o inoculación del sustrato hasta alcanzar la segunda cosecha. En tal sentido la tasa de producción nos indica la eficiencia biológica diaria. Las tasas de producción en las unidades experimentales oscilaron entre 2.58 y 1.57 por ciento. La tasa de producción en cada una de las unidades experimentales se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Tasa de producción, en porcentaje, por tratamiento

Código	Tratamientos	Repeticiones						Media
		1	2	3	4	5	6	
RM	Rastrojo de maíz	1.95	2.36	2.79	2.30	2.64	3.41	2.58
TP	Testa de pepitoria	1.30	2.45	1.28	1.5	1.68	1.19	1.57

La diferencia de 1% de tasa de producción, es significativa el sustrato a base rastrojo de maíz obtuvo una tasa de producción diaria de 63.69% más que el rastrojo de testa de pepitoria, y el riesgo de error tiene una probabilidad menor de 2%.

2.8 CONCLUSIONES

- 2.8.1 La eficiencia biológica en porcentaje de *P. ostreatus* sobre el rastrojo de maíz, testa de pepitoria, son 158.33 y 93.33 por ciento respectivamente, las cuales solo el rastrojo de maíz se considera aceptable para ser explotado en la producción artesanal de carpóforos de *P. ostreatus*.
- 2.8.2 El periodo productivo de *P. ostreatus* sobre el rastrojo de maíz, testa de pepitoria, son 61.5 y 56.5 días respectivamente. Para fines de producción no representa relevancia a la existencia de cinco días más de periodo productivo con relación al que presentó menos; ya que es este el sustrato que presenta mayor porcentaje de eficiencia biológica.

2.9 RECOMENDACIONES

- 2.9.1 En las regiones donde sea factible cultivar el hongo comestible *P. ostreatus* bajo condiciones artesanales de producción, similares a las del presente estudio y en circunstancias de disponibilidad de los sustratos estudiados, se recomienda utilizar como sustrato el rastrojo de maíz para la producción de carpóforos del hongo *P. ostreatus*.
- 2.9.2 Debido a que se conoce que el rastrojo de maíz produce la mayor eficiencia biológica y la testa de pepitoria, posee el menor período productivo evaluar la combinación de ambos en distintas proporciones, para estudiar si se puede lograr un mayor porcentaje de producción.
- 2.9.3 Investigar el uso de pulpa de café combinado con rastrojo de maíz y testa de pepitoria, con el objetivo de determinar un probable incremento de la eficiencia biológica, comparándola con las obtenidas con los sustratos sin mezclar.
- 2.9.4 Estudiar el efecto que pueda producir el rastrojo de maíz sobre otros sustratos abundantes en las regiones similares donde se ejecuto el presente estudio, con el objetivo de determinar un probable incremento de la eficiencia biológica, comparándola con las obtenidas con los sustratos sin mezclar.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Abita Rodríguez, J. 2004. El cultivo de los hongos comestibles: una opción para el aprovechamiento de los desperdicios agrícolas. *Revista Hoy* no. 10:20-22.
2. Agrios, GN. 1995. *Fitopatología*. Trad. Manuel Guzmán. 2 ed. México, Limusa. 830 p.
3. Castro, T. 1992. Inventario forestal caserío La Estancia, aldea Patzijon, Cubulco, Baja Verapaz. Guatemala, GTZ. 61 p.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Farfan, O. 1979. Vocación agrícola y prioridades de acción en las Verapaces. Guatemala, USAC, Editorial Universitaria. p. 20–23. (Monografía no. 15).
6. Godoy, C. 1997. Cultivo de una cepa mexicana de *Pleurotus ostreatus* utilizado como sustrato aserrín de caoba y cedro, fibra de coco y olote de maíz. Tesis Químico Biólogo. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 59 p.
7. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 1968. Tabla de composición de pastos, forrajes y alimentos de Centroamérica y Panamá. Guatemala. 153 p.
8. Lazo Lemus, G. 2001. Determinación de la eficiencia del rastrojo de tomate (*Lycopersicum sculentum* Millar) y la corona del fruto de piña (*Ananas comosus* (L) Cerril) y sus mezclas en el cultivo de la cepa 0110 de *Pleurotus ostreatus*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 40 p.
9. Lee Pazos, JE. 1990. Determinación de macro y micronutrientes existentes en la pulpa de café sometida a degradación enzimática para su utilización como abono orgánico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 83 p.
10. Monterroso, O. 2009. Efecto de la suplementación de la caña de maíz (*Zea mays* L.) con nitrato de amonio, nitrato de potasio y urea en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* (Cepa ECS-152). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p.
11. Reyes Castañeda, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados, agronomía, biología, química, industrias, ciencias sociales, ciencias de la salud. 2 ed. México, Trillas. 343 p.
12. Salmenes, D; Gaitán-Hernández, R; Pérez, R; Guzmán, G. 1997. Estudio sobre el género *Pleurotus* VIII: interacción entre crecimiento micelial y productividad (en línea). *Revista Iberoamericana de Micología (ES)* 14:173-176. Consultado 10 abr 2010. Disponible en <http://www.reviberoammicol.com/1997-14 /17316.pdf>

13. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
14. Volk, T. 1998. Tom volk's fungi; introduction to the kingdom fungi: classification of fungi. Wisconsin, US, University of Wisconsin-La Crosse. Consultado 10 mar 2010. Disponible en <http://www.wisc.edu/botany/fungi/volkmyco.html>

2.11 APÉNDICES

Apéndice 1

Cuadro 12. Análisis estadístico de los datos de la eficiencia biológica.

Eficiencia biológica /500g de sustrato en base seca			
Unidad experimental	Rastrojo de maíz (%)	Testa de pepitoria (%)	Diferencia Xi (%)
1	119	69	50
2	137	142	-5
3	170	73	97
4	147	84	63
5	169	96	73
6	208	96	112
Sumas	950	560	390
Promedios	158.33	93.33	65
Porcentaje relativo	169.6	100	69.6

$$\alpha = 0.05$$

$$\bar{d} = \frac{390}{6} = 65 ; \bar{x}_c = 158.33 - 93.33 = 65$$

$$\sum x^2 = 50^2 + (-5)^2 + 97^2 + 63^2 + 73^2 + 112^2 - \frac{390^2}{6} = 33,776 - 25,350 = 8,426$$

$$s^2 = \frac{8,426}{5} = 1,685.2 \quad s\bar{d} = \sqrt{\frac{1,685.2}{6}} = 16.76$$

$$t = \frac{65}{16.76} = 3.88$$

$$|3.88| > t_{05(5)} = 2.571 ; P < 2\%$$

Apéndice 2

Cuadro 13. Análisis estadístico, de datos de periodo productivo.

Periodo productivo en días / tratamiento			
Unidad experimental	Rastrojo de maíz (días)	Testa de pepitoria (días)	Diferencia Xi (días)
1	61	53	8
2	58	58	0
3	61	57	4
4	64	56	8
5	64	57	7
6	61	58	3
Sumas	369	339	30
Promedios	61.5	56.5	5
Porcentaje relativo	108.8	100	8.8

$$\alpha = 0.05$$

$$\bar{d} = \frac{30}{6} = 5 \quad ; \quad \bar{x}_c = 61.5 - 56.5 = 5$$

$$\sum x^2 = 8^2 + 0^2 + 4^2 + 8^2 + 7^2 + 3^2 + \frac{30^2}{6} = 202 - 150 = 52$$

$$s^2 = \frac{52}{5} = 10.4 \quad s\bar{d} = \sqrt{\frac{10.4}{6}} = 1.32$$

$$t = \frac{5}{1.32} = 3.78$$

$$| 3.78 | > t_{05(5)} = 2.571 ; P < 2\%$$

Apéndice 3

Cuadro 14. Análisis estadístico, de datos de tasa de producción.

Tasa de producción / tratamiento			
Unidad experimental	Rastrojo de maíz (%)	Testa de pepitoria (%)	Diferencia X_i
1	1.95	1.30	0.65
2	2.36	2.45	-0.09
3	2.79	1.28	1.51
4	2.30	1.5	0.8
5	2.64	1.68	0.96
6	3.41	1.19	2.22
Sumas	15.45	9.4	6.05
Promedios	2.57	1.57	1
Porcentaje relativo	163.69	100	63.69

$$\alpha = 0.05$$

$$\bar{d} = \frac{6}{6} = 1 \quad ; \quad \bar{x}_c = 2.57 - 1.57 = 1$$

$$\sum x^2 = 0.65^2 + (-0.09)^2 + 1.51^2 + 0.8^2 + 0.96^2 + 2.22^2 - \frac{6.05^2}{6} = 9.2 - 6.1 = 3.1$$

$$s^2 = \frac{3.1}{5} = 0.62$$

$$s\bar{d} = \sqrt{\frac{0.62}{6}} = 0.32$$

$$|0.32| > t_{05(5)} = 2.571 ; P < 2\%$$

Apéndice 4

Sistematización fotográfica del proceso productivo de la implementación artesanal del cultivo *P. ostreatus*.



Figura 20. Obtención de materiales, disponibles en la comunidad



Figura 21. Recolección de rastrojo de maíz, para sustratos



Figura 22. Triturado de rastrojo de maíz, para la preparación del sustrato



Figura 23. Obtención de parales, para la construcción del umbráculo de fructificación



Figura 24. Umbráculo de fructificación



Figura 25. Estantes artesanales para la fructificación



Figura 26. Medidas de asepsia



Figura 27. Desinfección de sustratos



Figura 28. Presentación comercial del micelio *Pleurotus ostreatus*



Figura 29. Invasión de *Pleurotus ostreatus* en sustrato de rastrojo de maíz



Figura 30. Invasión de *Pleurotus ostreatus* en sustrato de testa de pepitoria



Figura 31. Estantes con pasteles de sustratos invadidos de *Pleurotus ostreatus*



Figura 32. Aplicación de riego a pasteles



Figura 33. Equipo para registrar datos cuantificables

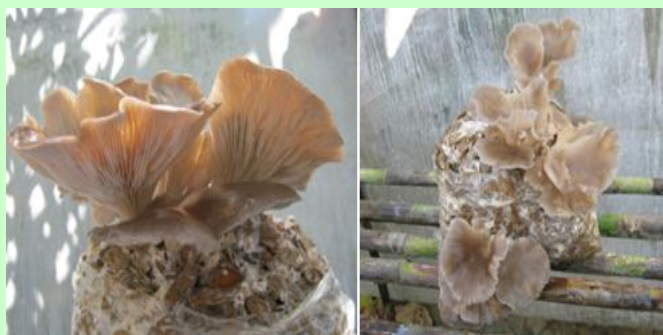


Figura 34. Carpóforos en sustrato de testa de pepitoria



Figura 35. Carpóforos en sustrato de rastrojo de maíz

Apéndice 5

Análisis químicos de los sustratos empleados en la investigación.



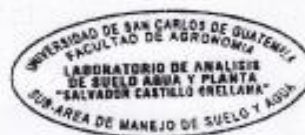
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: RAMILO GIL
PROCEDENCIA: PAHUEZÁ, CUBULCO
FECHA DE INGRESO: 20/1/2011

ANÁLISIS DE SUSTRATOS

IDENT	pH	mS /cm C.E.	%				ppm					%		C : N
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	C.O	NT	
RASTRUCO DE MAÍZ	7.4	2.67	0.12	0.69	0.13	0.14	25	15	190	25	600	49.42	0.43	115 : 1
PULPA DE CAFÉ	8.7	10.10	0.15	1.69	0.56	0.19	15	15	2400	75	450	16.40	1.71	10 : 1
TRASTA DE PEPITORIA	10.4	5.37	0.10	1.00	1.44	0.31	5	15	200	105	600	35.52	1.62	22 : 1





CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS

EN EL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVIZADO (E.P.S.A.)

EN LA ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL CARITAS DIOCESANA DE VERAPAZ

FEBRERO – NOVIEMBRE 2010

Servicio No. 1: Capacitación y Aforamiento de las principales corrientes hídricas de la microcuenca Xun, Municipio de Cubulco, Baja Verapaz.

3.1.1 PRESENTACIÓN

El conocimiento de la variación del caudal que fluye por una determinada sección de un cauce natural es de suma importancia en los estudios de manejo de microcuenca. De acuerdo con la calidad y la cantidad de los registros de caudales necesarios de dicho estudio se determinara la pérdida o ganancia del vital líquido, asociado al manejo y uso de los recursos naturales de la microcuenca.

El equipo de la Microcuenca Xun trabaja en la captura de datos para la elaboración del documento “manejo integrado de microcuenca”, entre los datos cuantificables a perseguir se encuentra la determinación de caudales de las corrientes hídricas que se encuentran dentro de la microcuenca.

Dicha problemática se requiere la medición para determinar el caudal de cada corriente hídrica, a su vez la capacitación de técnicos de la Microcuenca, para que se realice la cuantificación de caudales en la época seca.

3.1.2 IMPORTANCIA DEL AFORAMIENTO DE LAS CORRIENTES HÍDRICAS

La medición o aforo de una corriente hídrica o de cualquier curso de agua es importante desde diferentes puntos de vista, como:

- Saber la disponibilidad de agua con que se cuenta.
- Distribuir el agua a los usuarios en la cantidad deseada.
- Saber el volumen de agua con que se riegan los cultivos.
- Poder determinar la eficiencia de uso y de manejo del agua de riego.

3.1.3 OBJETIVOS

- 3.1 Determinar el caudal de las corrientes permanentes, de la Microcuenca Xun en la época lluviosa.
- 3.2 Capacitar de manera práctica al equipo de la Microcuenca Xun, sobre aforamiento de corrientes hídricas.

3.1.4 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1.4.1 Marco Conceptual

A. Aforo por velocidad superficial (flotador)

Este método sólo se aplica en tramos uniformes. Consiste en determinar la velocidad del flujo colocando uno ó varios flotadores tales como esferas plásticas huecas, hojas, etc., del mismo tamaño y midiendo el tiempo gastado en recorrer una distancia. Para determinar el área de la sección transversal se mide el largo de la sección escogida, las alturas de la lámina de agua y el ancho de la sección en varias partes.

Para medir el tiempo de recorrido del flotador colocar este suavemente sobre la superficie del agua; no se los debe arrojar porque le imparte velocidad y puede afectar la medición. Medir el tiempo de recorrido en la distancia seleccionada varias veces y calcular el promedio.

La velocidad resultante se multiplica por un factor entre 0,4 y 0,92 dependiendo de la textura del fondo del lecho o canaleta así:

Textura	Factor
Poco áspera	0,40 - 0,52
Grava con hierba y caña	0,46 - 0,75
Grava gruesa y piedras	0,58 - 0,70
Grava	0,62 - 0,75
Arcilla y arena	0,65 - 0,83

El caudal se calcula como: $Q = V \times A$

Donde: V = velocidad promedio; A = área transversal promedio.

Este método solo sirve para estimar el caudal. Se recomienda hacer mínimo 3 lecturas para el cálculo de la velocidad. (Briones, Sánchez Gregorio)

B. Aforo volumétrico

La medición del caudal se realiza de forma manual utilizando un cronómetro y un recipiente aforado, generalmente un balde. El procedimiento a seguir es tomar un volumen de muestra cualquiera (V) y medir el tiempo transcurrido (t) desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella; la relación de estos dos valores permite conocer el caudal (Q) en ese instante de tiempo. Se debe tener un especial cuidado en el momento de la toma de muestra y la medición del tiempo, ya que es un proceso simultáneo donde el tiempo comienza a tomarse en el preciso instante que el recipiente se introduce a la descarga y se detiene en el momento en que se retira de ella. Se deben realizar varias mediciones y calcular el promedio.

El caudal se calcula como: $Q = V / t$

Siendo: Q = caudal, en L/s; V = volumen, en L; t = tiempo, en segundos.

Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que sale por la descarga (Briones, Sánchez Gregorio)

3.1.4.2 Marco Referencial

A. Generalidades del municipio de Cubulco, Baja Verapaz

La cabecera de Cubulco se encuentra a 198 kms. De la ciudad. La localización geográfica de Cubulco al centro del valle es de $15^{\circ}7'10''$ latitud norte, y $90^{\circ}37'33''$ longitud oeste, su elevación promedio es de 996 msnm. Ubicado dentro de la región fisiográfica de tierras altas sedimentarias, con presencia de relieves escarpados y accidentados. Actualmente el municipio cuenta con 12 aldeas y 216 caseríos.

B. Localización

La Microcuenca Xun, se encuentran en el municipio de Cubulco departamento de Baja Verapaz, se encuentra ubicada geográficamente en la coordenada $15^{\circ} 7'21.5''$ latitud norte, $90^{\circ} 97'41.2''$ longitud oeste. Las altitudes van desde los 900 a los 1700 msnm.

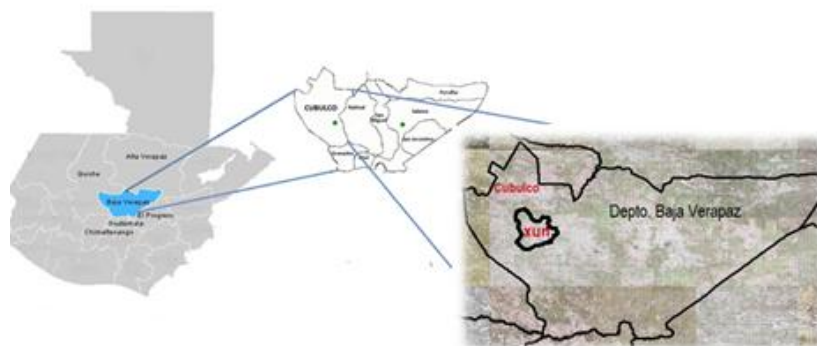


Figura 36: Ubicación geográfica de la microcuenca Xun
Fuente: Elaboración propia

C. Fisiografía

Se encuentra en la provincia fisiográfica de las tierras altas cristalinas, en esta región predomina el tipo de roca serpentina, esquistos gneises y en pequeñas áreas en las que abundan el granito. La característica de esta región es que se encuentra ubicada entre dos sistemas principales de fallas existentes son las que determinan el patrón de drenaje de algunos ríos como el Cuilco, Chixoy y Motagua.

D. Climatología

La precipitación media anual promedio es de aproximadamente 998.5mm de lluvia. La temperatura media anual es de 21°C y la humedad es de 77%.

E. Suelos

Se encontró que los suelos pertenecen a la serie Chol y se describen de la siguiente manera:
Grupo 1: suelos de la altiplanicie central (SIMMONS, 1959)

Subgrupo E: suelos poco profundos sobre serpentina y esquisto

Serie: Chol, símbolo: chg.

F. Zona de vida

Esta zona de vida se encuentra representada por el símbolo bh-s(t) Bosque Húmedo Subtropical templado, (bh-MB) Bosque húmedo montano bajo y (bs-S) Bosque seco subtropical. (CRUZ. 1982)

El periodo en que las lluvias son más frecuentes corresponden a los meses de mayo a noviembre, variando de intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona. La precipitación oscila entre 1100 a 1349mm. Anuales. La biotemperatura anual varía entre los 20 y 26°C. la relación de evapotranspiración es alrededor de 1. Los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado a accidentado, y escarpado.

G. Hidrología:

Los ríos existentes en la Microcuenca son el río Xun, río Paluch y río Salamcho y algunas corrientes efímeras e intermitentes correspondientes a la Microcuenca.

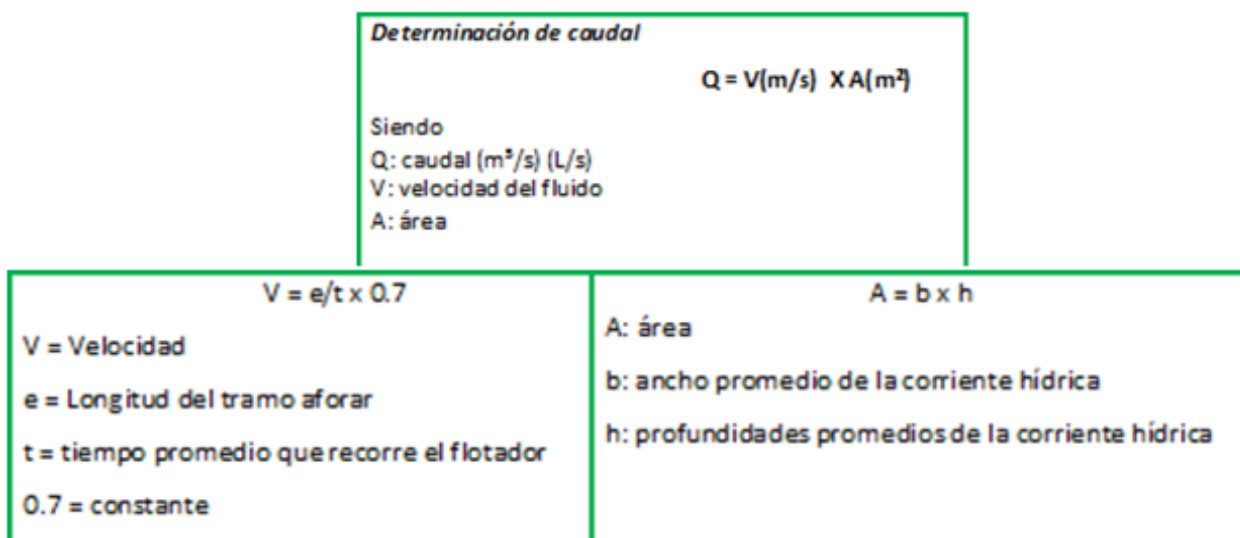
3.1.5 METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización del presente servicio, fue la siguiente:

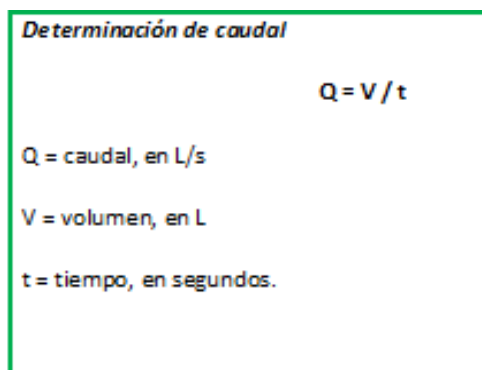
3.1.5.1 Capacitación practica de aforamiento de corrientes hídricas al equipo técnico.

El proceso de capacitación teórica-practica consta en la explicación de cómo poder determinar caudales de una corriente hídrica, entre los criterios importantes a impartir fueron los siguientes:

A. Aforo por velocidad superficial (flotadores)



B. Aforo volumétrico



3.1.5.2 Aforamiento de las corrientes permanentes de la Microcuenca Xun

A. Métodos de aforo

El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses secos y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts./seg. y el segundo para caudales mayores a 10 lts./seg.

Se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca del comportamiento y las variaciones del caudal que pueden existir en la fuente, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o la variación de los niveles.

Para determinar el caudal de las corrientes hídricas es necesario tomar registros de caudales en tres principales áreas las cuales son los siguientes: la parte alta de la cuenca, parte media y la parte baja. Con el objetivo de conocer el comportamiento caudal de las corrientes.

a. Método volumétrico

El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts./seg.

b. Método de velocidad – área

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme.

Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del

tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. El resultado de la velocidad se ajusta a un factor de 0.8 a 0.9

Estas mediciones son válidas para la fecha en que se efectúan. Se recomiendan mediciones periódicas para conocer las variaciones del flujo.

3.1.5.2 Equipo de aforamiento

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Flotador plástico
- Cinta métrica
- Calculadora
- Recipiente calibrado en litros
- Cronometro
- Estacas

3.1.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se logro la participación al proceso de capacitación de seis técnicos del personal de la Microcuenca Xun, a quienes se les dio a conocer los elementos básicos para aforar corrientes hídricas.

Se realizo el recorrido y aforamiento de las corrientes hídricas de la Microcuenca Xun para determinar los distintos caudales presentes. Ver cuadro 15. El aforo se realizo en la época lluviosa, en el mes de agosto con fines de determinar que caudales poseen las corrientes en dicha época. Ver figura38.

Cuadro 15: Resultados de aforamiento de las corrientes hídricas de la Microcuenca Xun.

Corriente Hídrica	Caudal			Geoposición	Altitud msnm
	Pto.	m ³ /s.	L./s.		
Rio Xun	Alto	0.00052	0.5208	N15°5'42.2" W90°40'65"	1574
	Medio	0.1062	106.26	N 15°6' 5.9" W 90°39'8.2"	1084
	Bajo	0.1758	175.82	N 15°6' 43" W 90°38'19.3"	1003
Rio Salamcho	Alto	0.00044	0.44	N15°6'12.4" W90°40'39.6"	1669
	Medio	0.1153	115.34	N15°6'38.8" W90°39'14"	1092
	Bajo	0.2138	213.85	N 15°6' 43.6" W 90°38'20"	1002
Rio Xun + Salamcho	Alto	0.3878	387.83	N15°6'45.7" W90°38'17.6"	1001
	Bajo	0.4116	411.6	N15°6'49.4" W90°37'19.7"	996
Rio Pamiscalche	Alto	0.00081	0.81	N 15°6' 28" W 90°40'32.2"	1536
	Medio	0.0822	82.28	N15°6'36.3" W90°39'15.3"	1108
	Bajo	0.1234	123.48	N 15°7' 20.8" W 90°39'31.5"	1052
Rio La Estancia	Alto	0.00072	0.72	N15°06' 27" W 90° 40' 41"	1660
	Bajo	0.1270	127.05	N15°7'20.8" W90°39'31.5"	1052
Rio Pamiscalche + La Estancia	Alto	0.2229	222.95	N15°7'22.4" W90°39'21"	1050
	Bajo	0.5929	592.9	N15°6'49.7" W90°37'19.4"	998
Rio Xun + Salamcho + Pamiscalche + La Estancia	Alto	0.9752	975.24	N15°6'49.7" W90°37'16.7"	986
	Bajo	0.8277	827.75	N15°7'64" W90°35'41.7"	934

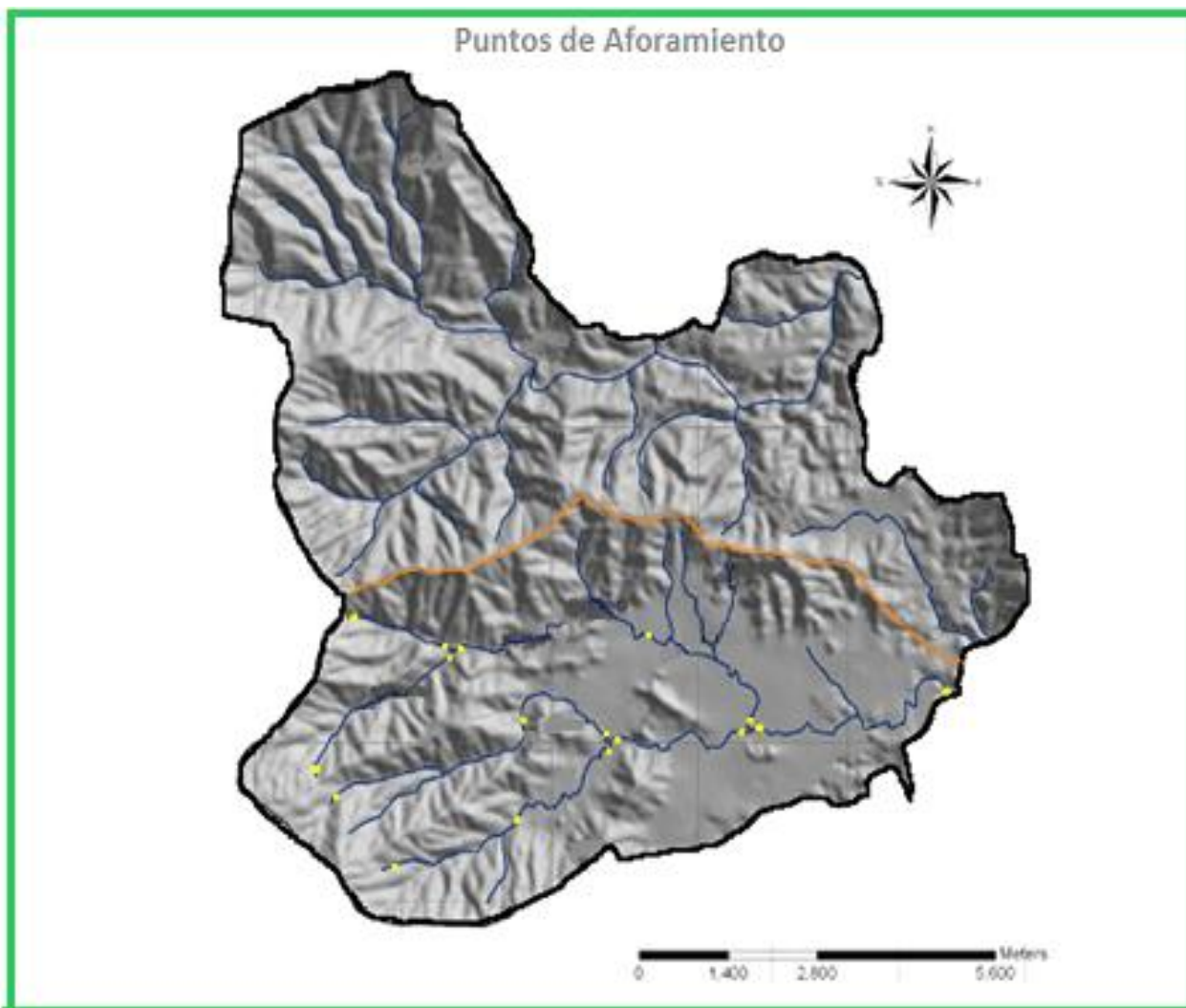


Figura 38: Puntos de aforamiento de corrientes hídricas de la Microcuenca Xun.

3.1.7 RECOMENDACIONES

3.1.7.1 Protección de las fuentes

En la parte alta de la Microcuenca, es necesaria la protección de las fuentes de agua, con el propósito de mejorar las condiciones de producción de agua, en calidad y cantidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

Estas prácticas pueden ser:

En los caseríos de Chuachacalte, Chihuezá y Chuipapop es necesaria la reforestación en áreas no productivas para agricultura y las áreas que los comunos realizan sus actividades agrícolas trabajar de manera agroforestal, con el propósito de aumentar la producción del recurso líquido.

Realizan campañas de concientización social del uso adecuado de insumos agrícolas, enfocado en la contaminación de corrientes hídricas. En el uso y manejo del agua. Para evitar desaprovechamiento del recurso y la contaminación.

3.1.7.2 Prácticas de protección

La protección de las fuentes es de importancia fundamental para garantizar el abastecimiento de agua de buena calidad. Es importante evitar la contaminación.

Para la prevención de la contaminación de las fuentes, se debe dar atención especial a las medidas para controlar la contaminación, tal como se señala a continuación:

A. Prevención de la contaminación por actividades agrícolas

Gestión de los residuos sólidos animales para evitar la contaminación del agua superficial y subterránea.

Reducción del uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes.

Eliminar el uso de pesticidas de elevada toxicidad, dando prioridad al uso de productos de origen biológico menos contaminantes.

Reducción de la erosión a través del empleo de prácticas conservativas.

Disposición adecuada de los envases de pesticida.

B. Prevención de la contaminación por arrastre de agua de lluvia

Disponer de un sistema de recolección adecuada y oportuna de basura.

Mantener patios de las casas libres de basura inorgánica.

Evitar la defecación en zonas abiertas y sujetas a arrastre.

Controlar zonas de erosión con adecuada protección.

3.1.8 BIBLIOGRAFÍAS

1. Briones Sánchez, G. 1997. Aforo del agua en canales y tuberías. México, Trillas. 92 p.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Simmons, C; Tárano JM; Pinto JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

3.1.9 ANEXOS



Figura 39: Capacitación al equipo técnico de la Microcuenca Xun



Figura 40: Medición de anchos promedios



Figura 41: Medición de profundidades promedios



Figura 42: Contaminación por insumos agrícolas



Figura 43: Corriente hídrica, parte alta



Figura 44: Corriente hídrica, parte media



Figura 45: Corriente hídrica, parte baja unión con el río Canchel



Figura 46: Deforestación en la parte alta, para la siembra de granos básicos

Servicio No. 2: Asistencia técnica y establecimiento de parcelas de frutales en los caseríos Chimachó, Chuachacalte, Pahuezá, Patabal y Chuaverena

3.2.1 PRESENTACIÓN

La Organización No Gubernamental Caritas Diocesana de Verapaz, con su programa de seguridad alimentaria nutricional “SAN” tiene el propósito de contrarrestar la problemática de inseguridad alimentaria en las comunidades atendidas por el programa.

Entre sus componentes se encuentra el componente de agricultura, cuya función es de implementar proyectos en las comunidades beneficiarias, entre los proyectos se encuentran el establecimientos de parcelas de frutales.

Dicha problemática se requiere de asistencia técnica sobre el manejo de las especies frutales para su establecimiento, cuya asistencia se dará a cada beneficiario en cada caserío.

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.2.1 Establecer parcelas de plantas frutales en las comunidades beneficiarias del programa.

3.2.2.2 Asistir técnicamente a los beneficiarios, sobre el manejo de plantaciones de frutales en las comunidades beneficiarias del programa

3.2.3 METODOLOGÍA

El proceso de asistencia técnica se llevo a cabo impartiendo charlas y demostraciones a los beneficiarios del proyecto sobre el manejo pre y post-establecimiento de los frutales, en los aspectos básicos como: distanciamientos de siembra, ahoyado, manejo de tejidos, fertilización y manejo de plagas.

Durante el proceso de la ejecución del proyecto y establecimiento de parcelas se hizo necesario dividir el trabajo en varias etapas.

- Impartir charla de concientización del proyecto y sus beneficios.
- Realizar un proceso de capacitación teórico – práctico sobre técnicas básicas pre-establecimiento de las parcelas, en la cual participaron beneficiarios y promotores de agricultura.
- Supervisar las parcelas establecidas para constatar el manejo realizado y proporcionar las recomendaciones técnicas a cada promotor de agricultura, la cual el promotor réplica las recomendaciones con los beneficiarios.
- Impartir una capacitación empleando la metodología haciendo se aprende sobre fertilización, explicando el propósito y cuidados de realizar la fertilización de la forma recomendada.

3.2.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se logro un total de de 61 familias beneficiarias con el proyecto frutales, distribuidas en las 5 comunidades asistidas, Se implementaron 61 parcelas; cada parcela con una extensión de 216 m² y 144m² Esto hace un total de 9,936 m² equivalente a 0.9936 ha. A través de visitas a las parcelas, logrando monitorear en cuanto al manejo, presencia de plagas y perdidas de plántulas, así como proporcionar las recomendaciones técnicas necesarias para solucionar problemas existentes, para la realización de este servicio fue fundamental las replicas de recomendaciones y monitoreo de parcelas por parte de los promotores de agricultura.

Para la ejecución del proyecto los beneficiarios debieron que cumplir con las siguientes tareas.

3.2.4.1 Asistir a capacitaciones

Los beneficiarios asistieron a capacitaciones tanto teóricas como prácticas, la cual se le hizo mención de la importancia y los beneficios de este proyecto. En las capacitaciones prácticas fueron distanciamiento de siembra, ahoyado y forma idónea de fertilizar los frutales.

3.2.4.2 Distanciamiento de siembra, ahoyado y siembra

Se establecieron parcelas de aproximadamente 200 metros cuadrados, distanciamiento de 6 x 6. Debido a que se trabajaron en sistemas agro-frutales, que es la interacción de cultivos como maíz, ayote, café o frijol con los frutales, en un mismo espacio físico.

Para un buen desarrollo del sistema radicular de los frutales se recomendó hacer un ahoyado de 0.5x0.5x0.4 mt.

Debido a que los suelos de las comunidades son para uso forestal, al momento de la siembra se recomendó llenar el agujero con materia orgánica, abonos deshidratados y tierra negra

3.2.4.3 Sistemas agroforestales

Una de las problemáticas para los beneficiarios es la escases de espacio para establecer los frutales, esta situación se soluciono estableciendo de manera agrofrutal, en su mayoría se trabajaron sistemas como: aguacate- maíz – ayote, melocotón-maíz- ayote, melocotón – café y aguacate – plátano

Cuadro 16: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Chuaverena, municipio de Cubulco.

No.	Nombre	No. Cedula	No. Plantas de Melocotón
1	Maria de la Cruz Morente	Ñ15 14426	12
2	Manuela Camaja Perez	Ñ15 5903	12
3	Marcela Perez Canto	Ñ 15 20671	12
4	Pedro Perez de la Cruz	Ñ15 9416	12
5	Domingo de la Cruz	Ñ15 11492	12
6	Diego Perez Raymundo	Ñ15 27385	12
7	Magdalena Sunun Reyes	Ñ15 29872	12
8	Diego Perez Tista	Ñ15 9809	12
9	Lucas Perez de la Cruz	Ñ15 2161	12
10	Pedro de la Cruz Perez	Ñ15 19577	12
11	Francisco de la Cruz Perez	Ñ15 15350	12

Cuadro 17: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Chimachó, municipio de Cubulco.

No.	Nombre	No. Cedula	No. Plantas de Melocotón
1	Domingo Rosales Camaja	Ñ 15 13267	9
2	Juan Sunun Camaja	Ñ15 4562	9
3	Pablo Chicaj Raymundo	Ñ15 2243	9
4	Miguel Garcia Ceballos	Ñ15 1471	9
5	Magdalena Sunun Antrete	Ñ15 16473	9
6	Simona Tecu Primero	Ñ15 27257	9
7	Martina Tecu Primero	Ñ15 23505	9
8	Marta Tecu Raymundo	Ñ15 34117	9
9	Valeriana Raymundo	Ñ15 3699	9
10	Reginaldo Sis Perez	Ñ15 7559	9
11	Petronila Primero	Ñ15 8316	9
12	Magdalena Camaja Sunun	Ñ15 11599	9
13	Paulina Ruiz Ruiz	Ñ15 13670	9
14	Marta Julia Sis Sunun	Ñ15 31777	9
15	Celestina Sente Rodriguez	Ñ15 32738	9

Cuadro 18: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Pahuezá, municipio de Cubulco.

No.	Nombre	No. Cédula	No. Rentas de aguacate hess
1	German Ortiz Sis	Ñ15 942	9
2	Bartolo Rosales Tobar	Ñ15 5252	9
3	Jose Maria Alvarado	Ñ15 13748	9
4	Ismael Ortiz Morente	Ñ15 22152	9
5	Romelia Ortiz Sis	Ñ15 15592	9
6	Vidalia Ortiz Sis	Ñ15 18280	9
7	Francisco Ruiz Alonzo	Ñ15 25106	9
8	Jose Ruiz Alonzo	Ñ15 2050	9
9	Lorenzo Alonzo	Ñ15 2050	9
10	Lauro Camaja Chen	Ñ15 11841	9
11	Wescelabo Gutiérrez	Ñ15 31272	9
12	Santos Ruiz Perez	Ñ15 28118	9
13	Pablo Taperia Sis	Ñ15 25262	9
14	Santiago Ruiz Perez	Ñ15 18254	9
15	Enriqueta Morente Alperez	Ñ15 6782	9

Cuadro 19: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Patabal, municipio de Cubulco

No.	Nombre	No. Cédula	No. Rentas de Melocotón
1	Coronado Luis Primero	Ñ15 14137	9
2	Pablo Luis Sis	Ñ15 34317	9
3	Andres Luis Primero	Ñ15 19991	9
4	Tomas Sandoval Ramos	Ñ15 14226	9
5	Pablo Lopez Taperia	Ñ15 17108	9
6	Ernesto Reyes Primero	Ñ15 33920	9
7	Magdalena Camaja Perez	Ñ15 26716	9
8	Ana Camaja Chicaj	Ñ15 32374	9
9	Domingo Perez Taperia	Ñ15 29781	9
10	Maria Ramirez de Paz	Ñ15 32759	9
11	Santos Bacaj Sunan	Ñ15 1316	9
12	Juana Reyes Primero	Ñ15 26115	9
13	Margarita Sis Perez	Ñ15 12875	9
14	Raymundo Primero Baltazar	Ñ15 1846	9
15	Magdalena Camaja Lajon	Ñ15 33020	9

Cuadro 20: Participantes del proyecto “Establecimiento de Parcelas Agro Frutales” del caserío Chuachacalte municipio de Cubulco.

No.	Nombre	No. Cédula	No. Rentas de Melocotón
1	Margarita Gutierrez Taperia	Ñ15 26945	12
2	Cleotilde Raymundo Hernandez	Ñ15 11457	12
3	Margarita primero	Ñ15 1199	12
4	Maria Cristina Moreno Garcia	Ñ15 20649	12
5	Ventura Garcia Luis	Ñ15 14790	12

3.2.5 CONCLUSIONES

Los beneficiarios del proyecto frutales, fueron instruidos teórica y práctica sobre los conceptos y fundamentos generales de establecimiento de frutales. Logrando establecer 61 parcelas agro frutales de 441m² y 196m², lo cual sesenta y una familias fueron beneficiadas con este proyecto.

Los beneficiarios fueron asistidos técnicamente sobre temas siembra, fertilización, abonado, identificación de plagas y trabajos culturales. Las prácticas de manejo de frutales fueron demostrativas, para luego los beneficiarios hicieran la réplica en sus parcelas

3.2.6 ANEXOS



Figura 47: Capacitación previa a la implementación de las parcelas



Figura 48: práctica agro-cultural



Figura 49: parcela agro-frutal



Figura 50: Asocio de cultivos



Figura 51: práctica de fertilización

Servicio No. 3: Capacitación, manejo y establecimiento del cultivo *Pleurotus ostreatus* a técnicos agrícolas.

3.3.1 PRESENTACIÓN

El manejo agronómico que se le da al cultivo de *Pleurotus ostreatus* es de manera artesanal, Haciendo uso de los recursos presentes en las comunidades para la preparación de los sustratos.

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* puede ser una alternativa productiva, la cual genere un mejor ingreso económico a las familias, para satisfacer necesidades básicas de alimentación, vestuario y educación.

3.3.2 OBJETIVO

- Capacitar teórica y práctica a los técnicos agrícolas de Caritas Diocesana de Verapaz del manejo agronómico de *Pleurotus ostreatus*.

3.3.3 METODOLOGÍA

La metodología para la realización de este servicio, estuvo estructurada en dos fases:

- La fase de inducción teórica en donde se le proporcionó los criterios básicos para el establecimiento de *Pleurotus ostreatus* y la ventaja de este cultivo a nivel comunitario como seguridad alimentaria.
- La fase de inducción práctica en donde se ejecutó los criterios básicos para el establecimiento del cultivo *Pleurotus ostreatus*.

3.3.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se logró la participación al proceso de capacitación de cinco técnicos del componente de agricultura del programa MYAP- SEGAMAYA y dos técnicos de agricultura del programa A4N, ambos componentes de Caritas diocesana de Verapaz, a quienes se les dio a conocer los elementos básicos para el manejo y establecimiento del cultivo *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones artesanales.

3.3.4.1 Fase de inducción teórica

A. Generalidades

El cultivo del hongo ostra es una alternativa de seguridad alimentaria en las áreas rurales, en el cual puede participar toda la familia, 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.

B. Contenido nutricional

Cuadro 21: Composición porcentual de los elementos nutritivos de los hongos.

Sales minerales	0.6-1.5 %
Carbohidratos y azúcares	1-3 %
Grasas	0.4-0.8 %
Proteínas	2-4 %
Vitaminas	Variables según especie
Agua	80-90 %

FUENTE: Hennebet, GL. (1990)

Pleurotus ostreatus contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales y minerales, contiene vitaminas como la tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido ascórbico, ácido nicotínico y ácido pantoténico; ácido fólico, tocoferol, pirodoxina, cobalamina y provitaminas como la ergosterina y carotenos. Además, se concluye que las setas contienen todos los aminoácidos esenciales, los cuales comprenden del 25 al 40 por ciento del total.

Cuadro 22: Valor nutritivo de *Pleurotus ostreatus*

Alimento	Valor energético en 1000 g (kcal)	Grasas	Minerales	Carbohidratos	Proteína	Agua
Carne	189	0.5	0.5	13	18	68
Leche	62	0.7	4.8	3.7	3.5	87
Hongos	25	1	4.5	0.3	3.5	90
Papa	85	1.1	21	0.1	2	75
Espinaca	15	1.9	1	0.3	2.2	93
esparrago	20	0.6	2.7	0.1	1.8	95

FUENTE: Nederland's

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. En comparación con el contenido de proteína de otros alimentos, los hongos en fresco es el doble que el de los vegetales y cuatro a doce veces mayor que el de las frutas.

C. Ventajas del cultivo del hongo ostra

Sus principales sustratos de crecimiento son residuos vegetales ricos en ligninas como maderas, cáscaras, vainas de leguminosas y pajas de cereales lo cual permite utilizar un residuo muy barato y fácil de conseguir, cortándolo en fragmentos de 2 a 5 centímetros.

La producción y cosecha del hongo ostra, puede darse en cualquier época del año y en casi cualquier lugar, naturalmente brindándole las condiciones ambientales requeridas a nivel de microclima.

D. Manejo agronómico

a. Preparación del sustrato

Al inicio de la preparación de sustrato para cultivar *Pleurotus ostreatus*, se necesita triturar, moler o picar las materias primas de base (rastrajos, hojas, pajas). Otros materiales de origen agroindustrial (pulpa de café, bagazo de caña, palma africana). 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.

b. Hidratación

La hidratación de los sustratos resulta eficaz, una inmersión total del material en agua durante unas 48 horas. Luego se drena el exceso de agua lo cual favorecen al arrastre de algunos materiales solubles que normalmente favorecen el desarrollo de los organismos competidores más habituales.

c. Pasteurización

Este proceso térmico tiene por objeto bajar la carga de contaminante del sustrato. a este sustrato se le da un tratamiento de inmersión en agua caliente durante una hora (93-100°C). Pasado este tiempo se deja escurrir y enfriar de 2 a 3 horas.

d. Condiciones de asepsia

El personal destinado a esta actividad debe trabajar con ropa limpia, mascarillas, guantes y de preferencia redcilla para el cabello. Las puertas y ventanas deben estar cerradas para evitar corrientes de aire que lleven contaminantes.

e. Siembra e incubación

Para sembrar en bolsas o sacos, se utilizan bolsas de polipapel 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. La semilla es colocada en las bolsas de polipapel con el sustrato, alternando las capas del sustrato. Las bolsas se cierran sobre poniendo un vaso desechable, una servilleta de papel y otro vaso desechable, eliminando el aire del interior de la bolsa, para permitir un adecuado intercambio gaseoso y un mejor crecimiento micelial. Los sustratos inoculados deben colocarse en anaqueles, Las condiciones adecuadas tanto del crecimiento micelial como de fructificación se detallan en el cuadro 23.

Cuadro 23: Condiciones adecuadas para la incubación y fructificación de *Pleurotus ostreatus*

FACTOR	INCUBACIÓN	FRUCTIFICACIÓN
Periodo	20 – 30 días	5 – 10 días
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 para leer)
Ventilación		4 – 6 veces el volumen de la sala/hora
Concentración de CO2	20 – 25% (aire normal)	0.5% (buena ventilación)

Fuente: Kamra, DN

f. Fructificación o cosecha

Cuando se observa una cobertura total del micelio formando una superficie blanco-algodonosa, después de la incubación, está listo para la fructificación. Para poder dar lugar a la formación de cuerpos fructíferos se debe hacer perforaciones alrededor de la bolsa de polipapel y proporcionar luz.

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. En cuanto a la humedad relativa, se recomienda hacer riegos por medio de atomización o nebulización al ambiente. Abajo de la humedad relativa indicada, será problema para la formación de carpóforos. Para cosechar, se debe de esperar que los carpóforos lleguen al mayor tamaño posible sin que el margen del sombrero empiece a enrollarse, se deben de cortar en la base del pie con un cuchillo o bisturí estéril.

3.3.4.2 Capacitación: fase de inducción teórica

Se proporcionó los criterios básicos para el establecimiento de *Pleurotus ostreatus* y la ventaja de este cultivo a nivel comunitario como seguridad alimentaria.



Capacitación: fase de inducción práctica

La fase de inducción práctica en donde se ejecutaron los criterios básicos para el establecimiento del cultivo *Pleurotus ostreatus* de manera artesanal.

Umbráculo y estantes

- Construcción del umbráculo para proporcionar al cultivo las condiciones ideales y controlables



Preparación del sustrato

- Sustratos disponibles en la comunidad.
- Triturado a un tamaño de partículas de 2 a 5 cm.



Hidratación

- Hidratar los sustratos por un espacio de tiempo de 48 horas.



Pasteurización

- Al sustrato se le da un tratamiento de inmersión en agua caliente durante una hora (93-100°C), y enfriar por 2 a 3 horas.



Condiciones de asepsia

- El personal debe trabajar con ropa limpia, mascarillas, guantes y reddecilla para el cabello.



Siembra e incubación

- El periodo de incubación es de 30 días, a una temperatura de 25°C, en completa oscuridad.



Fructificación o cosecha

- Los primordios emergen a los 5 días de haberse sacado del proceso de incubación, listos hacer cosechado a los 10 días, después de haber colocado los pasteles en la cámara de fructificación,. A una humedad ideal de 80% y temperatura de 25°C.

**Equipo capacitado**

- Se capacitación de cinco técnicos del componente de agricultura del programa MYAP-SEGAMAYA y dos técnicos de agricultura del programa A4N, ambos componentes de Caritas Diocesana de Verapaz.



3.3.5 CONCLUSIONES

Las capacitaciones están orientadas a la adopción del cultivo *Pleurotus ostreatus* de manera artesanal con fines de seguridad alimentaria, para ello se facilitó las técnicas básicas, con el propósito que los capacitados desarrollen habilidades y destreza en el manejo de establecimiento del cultivo.

Los contenidos de los temas cumplen con los aspectos necesarios que se deben tomar en cuenta para la producción artesanal del hongo *P. ostreatus*; de tal manera que los técnicos agrícolas después de capacitarse por medio de estas capacitaciones serán capaces de aplicar todo lo adquirido, en proyectos productivos con fines de mitigación de la inseguridad alimentaria.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
 Y AMBIENTALES - IIA -



REF. Sem. 71/2011

LA TESIS TITULADA: "EVALUACIÓN DE TESTA DE PEPITORIA (*Cucurbita mixta pang*) Y RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*) COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN LA COMUNIDAD PAHUEZÁ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: RAMIRO ARNOLDO GIL ESCOBAR

CARNE: 200418088

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. David Monterroso Salvatierra
 Ing. Agr. William Escobar
 Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Coordinación del Área Integrada para lo procedente.

Dr. David Monterroso Salvatierra
 ASESOR

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes
 ASESOR - SUPERVISOR



MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
 DIRECTOR DEL IIA

MM/nm
 c.c. Archivo