



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRÁ
(*PLEUROTUS OSTREATUS*), PARA LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, QUE
IMPULSA PROYECTOS DE DESARROLLO COMUNITARIO**

José Eduardo Noj Pajarito

Asesorado por el Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Guatemala, febrero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRA
(*PLEUROTUS OSTREATUS*), PARA LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, QUE
IMPULSA PROYECTOS DE DESARROLLO COMUNITARIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ EDUARDO NOJ PAJARITO

ASESORADO POR EL ING. EDGAR DARÍO ÁLVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Guatemala 22 de agosto de 2016

Ingeniero

Juan José Peralta Dardon

Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de ingeniería

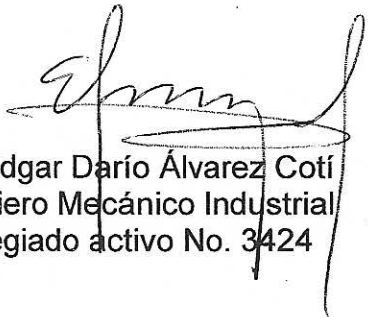
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Peralta Dardon

Por medio de la presente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que asesoré al estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, José Eduardo Noj Pajarito con carné No. 200714519, en el desarrollo de su trabajo de graduación titulado **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRÁ (PLEUROTUS OSTREATUS), PARA LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, QUE IMPULSA PROYECTOS DE DESARROLLO COMUNITARIO"**.

Dicho trabajo ha cumplido con los objetivos planteados e incluye los criterios de la asesoría, por lo que considero que es satisfactorio y lo remito a usted para los trámites respectivos.

Sin más que agregar, me es grato suscribirme de usted, atentamente:




Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado activo No. 3424

Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRAS (PLEUROTUS OSTREATUS), PARA LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, QUE IMPULSA PROYECTOS DE DESARROLLO COMUNITARIO**, presentado por el estudiante universitario **José Eduardo Noj Pajarito**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Aldo Ozaeta Santiago

Ing. Aldo Ozaeta Santiago
Ingeniero Industrial
Colegiado: 1850

Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.011.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRA (PLEUROTUS OSTREATUS), PARA LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, QUE IMPULSA PROYECTOS DE DESARROLLO COMUNITARIO**, presentado por el estudiante universitario **José Eduardo Noj Pajarito**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial




Guatemala, enero de 2017..

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRÁ (PLEUROTUS OSTREATUS), PARA LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL ONG, QUE IMPULSA PROYECTOS DE DESARROLLO COMUNITARIO**, presentado por el estudiante universitario: **José Eduardo Noj Pajarito**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, febrero de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su infinita misericordia. A Él le pertenecen las primicias de mis frutos.
- Mis padres** Juan José Noj y María Julia Pajarito, por ser el ejemplo de mi vida.
- Mi esposa** María Josefa Arana, por su paciencia comprensión y amor.
- Mis hijos** Eduardo y Sofía, por ser inspiración de lucha.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la oportunidad de superarme académicamente.
Facultad de Ingeniería	Por albergarme durante el proceso de formación.
Asesor y revisor de tesis	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí, por la amplitud de conocimientos compartidos en el desarrollo del trabajo.
Asociación Sotz'íl, ONG	Por su apoyo y conocimientos compartidos.
Mis hermanos	Porque fueron sustento fundamental en el transcurso de la carrera.
Mis amigos	Su apoyo y motivación siempre fue fundamental.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Asociación Sotz´il ONG.....	1
1.1.1. Ubicación geográfica	6
1.1.2. Naturaleza de la Organización Sotz´il.....	7
1.1.3. Estructura organizacional	8
1.1.4. Plan Estratégico	9
1.1.4.1. Misión.....	11
1.1.4.2. Objetivo Central	11
1.1.4.3. Fines	11
1.1.4.4. Ejes de trabajo	12
1.1.4.5. Alcance	15
1.1.5. Fuentes de financiamiento.....	16
1.1.5.1. Control del uso de los recursos.....	16
1.1.6. Proyectos y procesos de desarrollo comunitario	17
1.2. Departamento de Chimaltenango	18
1.2.1. División administrativa	20
1.2.2. Geografía.....	23
1.2.2.1. Zonas de vida vegetal	24

1.2.2.2.	Uso actual de la tierra.....	25
1.2.3.	Ubicación geográfica.....	25
1.2.4.	Idioma	28
1.2.5.	Economía.....	28
1.3.	Producción.....	29
1.3.1.	Definición	32
1.3.2.	Tipos de Procesos Productivos.....	32
1.3.2.1.	Según la continuidad del proceso.....	34
1.3.2.2.	Según la forma de producción.....	34
1.3.2.3.	Según el producto obtenido.....	35
1.4.	Diseño	35
1.4.1.	Definición	36
1.4.2.	Diseño para la producción.....	36
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	39
2.1.	Aspectos generales de los hongos comestibles	39
2.1.1.	Características de los hongos en general	41
2.1.2.	Partes de un hongo	43
2.1.3.	Hongos silvestres	45
2.1.3.1.	Comestibles y venenosos.....	45
2.2.	Diversidad y Distribución del recurso fúngico	48
2.2.1.	Características de especies comestibles propias de Guatemala.....	54
2.2.2.	Especies comestibles propias de Chimaltenango	55
2.2.3.	Producción de semilla en Guatemala.....	56
2.3.	Hongos ostra (<i>Pleurotus Ostreatus</i>)	57
2.3.1.	Características	59
2.3.2.	Generalidades del cultivo	61
2.3.3.	Clasificación y morfología	63

2.4.	Substratos óptimos para el cultivo de Pleurotus Ostreatus.....	65
2.5.	Plagas, enfermedades y contaminaciones.....	71
2.5.1.	Dípteros	71
2.5.2.	Hongos	72
2.5.3.	Bacterias.....	72
2.6.	Consumo tradicional	73
3.	PROPUESTA PARA CREAR EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRA (PLEUROTUS OSTREATUS).....	75
3.1.	Recursos materiales del proceso	75
3.2.	Materia prima	75
3.2.1.	Substratos óptimos para el cultivo	76
3.2.2.	Cantidad estimada del sustrato	78
3.3.	Material de empaque	81
3.3.1.	Materiales artificiales de empaque	81
3.3.2.	Otros tipos de materiales de empaque.....	83
3.4.	Recursos físicos del proceso	84
3.4.1.	Herramientas	84
3.4.2.	Equipo	85
3.4.2.1.	Del Recurso Humano.....	87
3.4.2.2.	Empaque.....	90
3.4.3.	Bodegas	90
3.4.3.1.	Bodega de Materia Prima (BMP)	91
3.4.3.2.	Bodega de Producto Terminado (BPT) ..	91
3.4.4.	Instalaciones óptimas	91
3.4.4.1.	Diagrama del espacio físico adecuado ..	92
3.5.	Recurso humano para el proceso	93

3.6.	Descripción del proceso para el cultivo de <i>Pleurotus</i> <i>Ostreatus</i>	93
3.6.1.	Tipo de proceso.....	94
3.6.2.	Actividades del proceso	94
3.6.2.1.	Preparación del inóculo	94
3.6.2.2.	Pasteurización del sustrato de producción	102
3.6.2.3.	Esterilización del sustrato de producción	103
3.6.2.4.	Procedimiento de siembra	104
3.6.2.5.	Proceso de incubación	107
3.6.2.6.	Condiciones para la etapa de crecimiento	108
3.6.2.7.	Indicadores de madurez del <i>Pleurotus</i> <i>Ostreatus</i>	109
3.6.2.8.	Procedimientos para la cosecha.....	110
3.6.2.9.	Empaque y presentación	111
3.6.3.	Tiempo estimado del proceso	111
3.7.	Cosecha	112
3.8.	Diagrama de flujo del proceso	113
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	117
4.1.	Determinación de la herramienta y útiles necesarios	117
4.1.1.	Herramienta y útiles para la producción	117
4.1.2.	Herramienta y útiles para el empaque.....	119
4.2.	Determinación de los indicadores de cosecha	120
4.2.1.	Establecer el tiempo del ciclo de producción	120
4.2.2.	Estimación de la capacidad de producción por un año	122

4.3.	Especificación de proveedores de semilla	123
4.3.1.	Descripción de la accesibilidad y disponibilidad	123
4.4.	Creación de un calendario para el control de cada ciclo de producción de hongos ostra	123
4.5.	Determinación de costo de inversión	124
4.5.1.	Herramienta y útiles.....	125
4.5.2.	Instalación	126
4.6.	Determinación de los costos	127
4.6.1.	Costo de producción.....	128
4.6.1.1.	Materiales de consumo	128
4.6.1.2.	Materia prima	128
4.6.1.3.	Mano de obra.....	129
4.6.1.4.	Material de empaque	130
4.7.	Evaluación financiera	130
4.7.1.	Flujo de efectivo	131
4.7.1.1.	Ingresos	131
4.7.1.2.	Egresos.....	132
4.7.2.	Valor presente neto (VPN).....	132
4.7.3.	Tasa interna de retorno (TIR)	135
4.8.	Financiamiento del diseño	136
5.	MEJORA CONTINUA	139
5.1.	Necesidades de enseñanza	139
5.1.1.	Capacitación para los involucrados	140
5.2.	Resultados esperados de la implementación.....	142
5.2.1.	Alcance de la propuesta	142
5.2.2.	Beneficios para la población involucrada.....	143
5.2.3.	Resultados esperados	144
5.3.	Diseño de mecanismos de control de la producción	145

5.3.1.	Fichas de control de visitas de la asociación a la ubicación para el diseño de un control estadístico ...	146
5.3.2.	Propuesta de calendarización de auditorías	146
5.4.	Retroalimentación del diseño propuesto.....	147
5.4.1.	Oportunidades de mejora.....	147
CONCLUSIONES.....		149
RECOMENDACIONES		151
BIBLIOGRAFÍA.....		153
ÁPENDICE		157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la ubicación geográfica	7
2.	Estructura organizacional	9
3.	Departamento de Chimaltenango, República de Guatemala.....	22
4.	Número de habitantes del departamento de Chimaltenango.....	26
5.	Ventajas y desventajas de la producción artesanal	33
6.	Partes de un hongo	44
7.	División del reino Fungi.....	49
8.	Hongos ostra	59
9.	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	61
10.	Morfología del hongo <i>Pleurotus Ostreatus</i>	63
11.	Prueba de <i>Tukey</i> sobre cuatro tipos de sustratos y su efecto sobre el rendimiento en kg/m ³ , del hongo comestible Ostra (<i>Pleurotus Ostreatus</i>).....	68
12.	Superficie por tipo de cultivo anual a nivel nacional, en miles de hectáreas	69
13.	Superficie cultivada por tipo de cultivo permanente a nivel nacional, en miles de hectáreas	70
14.	Cultivo de hongo ostra.....	74
15.	Substrato óptimo para el cultivo.....	78
16.	Guantes para manipulación de alimentos.....	88
17.	Mascarilla.....	88
18.	Redecilla	89
19.	Gabacha	90

20.	Diagrama del espacio físico	92
21.	Llenado de bolsa	105
22.	Diagrama de flujo del proceso	114

TABLAS

I.	Tipos de hongos	50
II.	Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus Ostreatus</i>	64
III.	Contenido de aminoácidos en <i>Pleurotus Ostreatus</i>	65
IV.	Tiempo estimado del proceso	111
V.	Explicación del diagrama de flujo del proceso	115
VI.	Herramienta necesaria para el proceso	117
VII.	Costo de equipo	125
VIII.	Costo de herramienta y útiles	126
IX.	Costo de mobiliario e instalación	127
X.	Ingresos proyectados a cinco años	131
XI.	Egresos proyectados a cinco años	132
XII.	VPN de ingresos	134
XIII.	VPN de egresos	134
XIV.	Cálculo de la TIR	136
XV.	Factores socioeconómicos positivos	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Kg	Kilogramo
% MS	Porcentaje materia seca
g	Gramo
C	Carbono
H	Hidrógeno
O	Oxígeno
N	Nitrógeno
°C	Celsius
V	Voltaje

GLOSARIO

Basidiomycota	Subdivisión del reino Fungi, incluye a las setas y hongos con sombrero.
Bioconversión	Transformación de una forma de energía en otra o de una sustancia en otra, a causa de la acción de seres vivos.
Cosmogónico	Narración o descripción detallada al origen del universo o de una agrupación de todo lo existente incluyendo los planetas, astros, cometas y del sistema solar.
Derogación	Dejar sin vigencia a una disposición normativa, es la acción contraria a la promulgación.
Etimología	Origen o procedencia de las palabras, que explica su significado y su forma.
In vitro	Se refiere a una técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.
Inóculo	Suspensión de microorganismos que se transfieren a un ser vivo o a un medio de cultivo a través de la inoculación.

Kaqchikel	Etnia maya que habita en Guatemala.
Lignocelusa	Sustancia rica en azúcares.
Macromicetos	Tipo de hongos caracterizados por poseer la capacidad de reproducirse por esporas y cuerpos fructíferos visibles.
Micelio	Es la masa de hifas que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo.
Pasteurización	Procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.
Primordios	Primera fase reconocible en el desarrollo embrionario y en la diferenciación de un determinado órgano, tejido o estructura.
Solubilización	Proceso por el cual un compuesto se disuelve en otro.
Subvenciones	Entrega de una cantidad de dinero a un particular, sin obligación de reembolsarlo, para que se realice una actividad de beneficio público.

RESUMEN

Uno de los ejes de trabajo de la Asociación Sotz'íl, es el desarrollo comunitario, el cual está orientado a la planificación, identificando los diferentes enfoques y planteamientos sobre progreso, guiando y adaptando cada uno a los diferentes estilos de vida de las comunidades a las que enfoca sus esfuerzos. Aborda el desarrollo de planes, programas y proyectos estratégicos y operativos que generen auto sostenibilidad en las comunidades, potenciando la conservación, uso, manejo y administración de los recursos naturales, así como los recursos humanos propios de cada una de las comunidades indígenas.

Asociación Sotz'íl provee un ambiente de aceptación para todas aquellas propuestas que contribuyan al logro de sus objetivos y a la aplicación de sus ejes de trabajo. Se desarrolla el diseño de un sistema de producción artesanal de hongo ostra de la especie *Pleurotus Ostreatus*, como iniciativa que puede adoptar para el logro de sus objetivos.

Los hongos son organismos eucariotas, con pared celular definida de quitina y celulosa, rara vez ausente, su micelio se encuentra escondido debajo de la tierra y está formado por estructuras ramificadas y filamentosas, cuyas fructificaciones portan esporas útiles en el proceso de reproducción. No poseen pigmentos clorofílicos y por lo tanto su nutrición es heterótrofa, los métodos de reproducción son sexuales y asexuales. Se alimentan absorbiendo nutrientes de material orgánico, se ha demostrado que los hongos son el grupo de organismos más numeroso en la tierra después de los insectos por lo que su impacto en el medio ambiente es enorme, la diversidad de estos organismos favorece a que se desarrollen en un sin fin de hábitats alrededor del mundo.

Se calcula que solo un 5 % de los hongos existentes en el mundo son conocidos científicamente, de ellos solamente unas decenas de especies son usadas normalmente con fines gastronómicos o medicinales. Algunos hongos comestibles como los del género *Pleurotus*, tienen la habilidad de colonizar el rastrojo y degradar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa, son capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma natural sin que hayan sido sujetas a algún proceso de degradación, la utilización de estos materiales como fuente para la producción de hongos comestibles representa una amplia posibilidad biotecnológica para la obtención de alimento humano.

El hongo ostra, representa una alternativa para la mejora de los hábitos alimenticios dado que sus proteínas poseen valor nutritivo más alto que las proteínas de plantas, con calidad cercana a la proteína animal.

El diseño del sistema para cultivar artesanalmente hongos ostra, se plantea describiendo el proceso de producción y detallando cada paso a seguir por medio de la realización de actividades en forma secuencial, detalla cada uno de los recursos necesarios, materia prima, herramienta, útiles y material de empaque básico de uso común y de fácil obtención. El proceso lo puede seguir una persona con una orientación mínima y con un seguimiento riguroso durante su implementación y primeros ciclos de producción. La factibilidad de invertir en diseño que quedará evaluada por el valor presente neto del flujo de efectivo y la tasa interna de retorno para la inversión.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de producción artesanal de hongos ostra *Pleurotus Ostreatus*, que sea sostenible para su implementación de acuerdo al eje de la Asociación Sotz'íl, desarrollo comunitario.

Específicos

1. Conocer la naturaleza de la asociación, objetivos, fines, campo de trabajo y el segmento de población a la que orienta su trabajo, describiendo la importancia de su intervención en las comunidades rurales.
2. Identificar las especies de hongos comestibles que se reproducen de forma natural en las diferentes regiones de Guatemala, su distribución geográfica por especies y su adaptación a métodos alternativos de cultivo.
3. Desarrollar un estudio de ingeniería para el diseño de la producción artesanal de hongos ostra.
4. Determinar los recursos mínimos de inversión para implementar un sistema de producción artesanal de cultivo de hongos ostra.

5. Establecer costos del diseño del sistema por medio de un análisis financiero e identificar el financiamiento.
6. Contribuir con el desarrollo de las comunidades a las cuales Sotz'il ONG, enfoca sus esfuerzos, implementando iniciativas sostenibles.
7. Propiciar a la Asociación Sotz'il un diseño de un sistema de producción artesanal de hongos ostra *Pleurotus Ostreatus*, que permita su evaluación e implementación de forma documentada.

INTRODUCCIÓN

Guatemala se caracteriza por su diversidad de fauna y flora, su clima que varía de región en región, le permite tener tierra fértil y además siendo multiétnico, pluricultural y multilingüe, la diversidad es una ventaja que desde distintos puntos de vista permite maximizar el aprovechamiento de los recursos.

Las diferentes culturas en su afán de buscar satisfacer necesidades básicas, han descubierto una variedad de plantas que utilizan como fuente de alimentación, ornamento y medicina entre otros. En general las plantas han representado desde el descubrimiento de su utilidad, no solo una fuente importante de alimento sino una oportunidad de obtener ingresos al comercializarlas según sus beneficios.

En las áreas rurales, las comunidades desarrollan una actividad de recolección de hongos, la cual se realiza por temporadas, característica particular de los hongos es desarrollarse solo durante una temporada del año y en las condiciones ideales para su crecimiento. Las condiciones climáticas y ecológicas determinan la variedad de hongos que pueden reproducirse de manera natural, en las diferentes regiones del país. Actualmente está teniendo auge la creación de procesos alternativos de producción de hongos a nivel mundial.

El presente estudio trata de investigar y determinar que especie de hongo comestible posee fácil adaptación al someterlo a un método alternativo de cultivo, además realizar el diseño incluyendo los aspectos necesarios para

cultivar el tipo de hongo seleccionado, fuera de su temporada para que este método sea utilizado por la Asociación Sotz'il, al implementarlo como proyecto de desarrollo comunitario en las áreas a las cuales ha fijado su esfuerzo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Asociación Sotz'il ONG

La Asociación Sotz'il ONG, es una organización maya, de carácter técnico y político, sustentada en los principios y valores cosmogónicos de la cultura maya, que promueve un modelo de desarrollo pluralista y autogestionario que además considera el desarrollo como sostenible y sistemático, con orientación económica y productiva, que trabaja en el acceso al financiamiento, asistencia técnica y eficiencia productiva de las comunidades. Busca tener impacto a nivel regional y/o nacional.

Sotz'il significa murciélago en idioma *kaqchikel* y es un símbolo de protección de ese pueblo. Según el memorial de Sololá (o anales de los *kaqchikeles*), los antepasados del pueblo *kaqchikel* se desplazaron a Tulán desde el occidente. Cuando llegaron a esta ciudad, encontraron un murciélago guardando sus puertas, les entregó un báculo rojo y, después de entregar un tributo, fueron instruidos según los términos a los que se apegan actualmente.

Las organizaciones no gubernamentales, datan del siglo pasado, son organizaciones sin fines de lucro, cuyo objetivo es realizar tareas que beneficien a ciertos sectores a los cuales enfocan la mayor parte de sus esfuerzos, los sectores más pobres y a los que poseen las condiciones más precarias para subsistir. Un acontecimiento que dio un giro al desarrollo y auge de las ONG's fue el terremoto de 1976, cuando surgió la necesidad de captar ayuda internacional destinada a asistir a la población damnificada en materia de infraestructura, salud, educación, entre otros.

Diversos impulsos han tenido las ONG's, para surgir y desarrollar su actividad, una de las principales es la ayuda internacional que dirige sus esfuerzos al rescate y apoyo de los pueblos multiétnicos, por lo que en gran cantidad el surgimiento, esfuerzo y desarrollo de estas organizaciones está orientada a la dimensión étnica.

En este contexto surgieron, entre otras instituciones, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) de las Naciones Unidas, el Banco Mundial (BM) y la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID). De igual manera, vía la Alianza para el Progreso, Estados Unidos de América participó en esfuerzos de integración económica regionales como el Pacto Andino y el Mercado Común Centroamericano. Las instituciones en mención buscaban canalizar recursos para el desarrollo, a través de instituciones extra-gubernamentales capaces de garantizar que tales recursos llegarán efectivamente a la población a la que se destinaban.

Se pretendía con esto evadir la corrupción estatal. Se estimuló así el surgimiento de las ONG, nombre que expresa precisamente esa condición de separación respecto de la acción gubernamental. De acuerdo al Centro de Estudios Integrados de Desarrollo Comunal (CEIDEC), cuatro han sido las etapas características del trabajo de las ONG en Guatemala, que se describen a continuación.

La primera incluye las décadas de 1960 y 1970. Esta fue una etapa en la que el trabajo de las ONG se vio estimulado por el Concilio Vaticano II, realizado durante los años 60, y la conferencia de obispos de América Latina, celebrada en Medellín en 1968.

La segunda etapa se da a partir del terremoto del 4 de febrero de 1976 hasta finales de esa década. La actividad de reconstrucción estimuló la organización comunal. Se dio en esta época un importante flujo de recursos financieros que muchas entidades internacionales prefirieron canalizar directamente a través de las ONG's y no del gobierno, debido a la ineficiencia estatal en el manejo de los recursos. Durante este período surgieron nuevas organizaciones y varias de las ya existentes se fortalecieron.

La tercera etapa se da durante la primera mitad de los años 80. Su característica principal fue la crisis que vivió la sociedad guatemalteca, marcada por la lucha armada interna y la agudización de los problemas económicos. De esta forma se da un repliegue bastante pronunciado de las ONG's en este período.

Finalmente y de manera especial, a partir del gobierno demócrata cristiano y al iniciarse la transición demócrata en Guatemala, se da un proceso de relativa recuperación y reasentamiento de las ONG's en el país.

Las situaciones que han favorecido la expansión y el fortalecimiento de las ONG's, es el movimiento internacional orientado al rescate y apoyo de las culturas indígenas. Muchas de las ONG's surgen y fundamentan su filosofía de trabajo en una dimensión étnica y las ya existentes incorporan este enfoque a su trabajo. La Asociación para el Avance de las Ciencias Sociales en Guatemala (AVANCSO) y el Instituto para el Desarrollo Económico Social de América Central (IDESAC 2010), pudieron identificar cinco grupos principales de ONG's trabajando en Guatemala:

- De iniciativa empresarial
- Financiadas por la AID y las iglesias fundamentalistas estadounidenses

- Independientes
- Impulsada directa o indirectamente por el Estado
- Las nacidas por la iniciativa local

Las Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), son organizaciones que pretenden impulsar el desarrollo económico y social del país, son espacios de trabajo humanitario productivo, comprometidas con la mejora de las condiciones de vida de las poblaciones a las cuales acompañan, lo que se basa en el fortalecimiento de las organizaciones y gestión comunitaria.

Las acciones realizadas por las ONG's tienen como fin complementar la acción gubernamental. Es importante recalcar que a partir del 29 de diciembre de 1996, tras la firma de los acuerdos de paz firme y duradera entre el gobierno guatemalteco y la guerrilla, las ONG's, similares a CCF y con sus mismos principios de altruismo, están llamadas a jugar un papel protagónico en el proceso de consolidación de dichos acuerdos debido a sus ventajas, entre ellas las siguientes:

- Mayor experiencia de trabajo con los más pobres
- Mayor experiencia en el desarrollo local
- Favorable relación costo-beneficio para el país
- Capacidad de aplicación de tecnologías aplicadas

De acuerdo a su estructura, las ONG's pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- ONG's internacionales, que por lo general representan iniciativas de financiamiento de países desarrollados hacia el tercer mundo, siendo sus fondos de origen estatal o privado.
- ONG's locales, que son el vínculo nacional con las ONG internacionales.

La fuente de sus recursos es primordialmente internacional, pero también reciben recursos de los gobiernos locales y del sector privado.

- ONG's coordinadoras, que cumplen funciones como la recaudación y canalización de recursos, la facilitación de contactos entre ONG's locales e internacionales, o bien entre gobiernos; a su vez pueden ofrecer foros educativos, asistencia técnica y capacitación.

También puede realizarse una clasificación de ONG's de acuerdo con el grado de evolución de las mismas:

- Las de primera generación, que están orientadas a programas de efecto inmediato y que tienen por objeto atender necesidades inmediatas. Generalmente son programas de alcance local y con logros de metas a corto plazo.
- Las de segunda generación, que se caracterizan por el paso de la emergencia al desarrollo comunitario, ponen énfasis en la autosuficiencia y en que los beneficios del proyecto se protegen más allá de la duración del mismo.
- Las de tercera generación, son ONG's que consideran el desarrollo como sostenible y sistemático y pretenden ser de carácter permanente. Estas organizaciones buscan lograr impacto a nivel nacional y/o regional.

La diversidad de campos de trabajo de las ONG's y sus programas, determinan el tipo de servicio que las mismas prestan. De tal manera que se encuentran ONG's con servicios en torno a las siguientes áreas.

- De orientación religiosa que suelen tener una visión humanitaria del desarrollo, por lo que presentan especial atención a la educación y desarrollo personal de la población con la que trabajan. Es importante resaltar que la mayoría de ellas no hace distinción de credo o raza, por lo que su orientación religiosa se refiere más al sentido altruista y humanitario de sus servicios.
- De orientación política, estas prestan atención especial a la toma de conciencia y a la formación ideológica de sus miembros y buscan adquirir una fuerte capacidad de movilización y fuerza política en las organizaciones.
- De orientación económica y productiva que trabajan en el acceso a financiamiento, a la asistencia técnica y a la eficiencia productiva, a fin de elevar el nivel de ingreso de los usuarios.

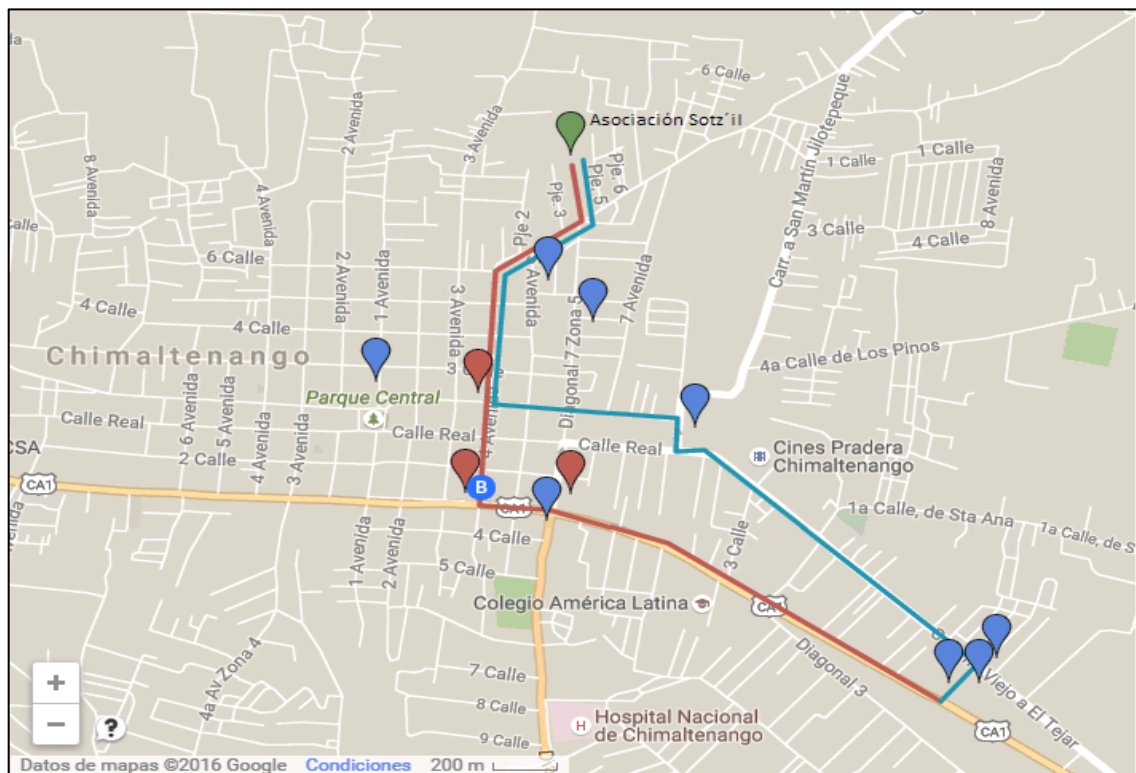
La Asociación Sotz´il, fue creada en la ciudad de Chimaltenango, el cuatro de noviembre de 2 004, en mutuo acuerdo por siete asociados y de conformidad con el artículo 15 del Código Civil y de la ley de organizaciones no gubernamentales para el desarrollo Decreto Número 02-2003, del congreso de la República de Guatemala, como asociación sin fines de lucro que los represente para hacer valer sus derechos y en general velar por el mejoramiento, desarrollo social y cultural de sus miembros y de su comunidad, por un plazo indefinido según los estatutos de creación.

1.1.1. Ubicación geográfica

La sede de la Asociación Sotz´il, está situada en la Colonia San Rafael Zona 2, Chimaltenango, Guatemala C.A. cerca del mercado central del

municipio, es reconocida por su proyección social enfocada al segmento de población indígena del Departamento de Chimaltenango.

Figura 1. **Mapa de la ubicación geográfica**



Fuente: Asociación Sotz'íl.

1.1.2. **Naturaleza de la Organización Sotz'íl**

Es una asociación maya, de carácter técnico y político, no partidaria sustentada en los principios y valores cosmogónicos de la cultura maya, que promueve un modelo de desarrollo pluralista y autogestionario. Nació por la necesidad de contar con un espacio técnico capaz de formular propuestas técnico-políticas, para y por los pueblos indígenas; servir de espacio para

discusión y análisis. Dentro del plan estratégico se contempla el fortalecimiento de procesos de concertación con otras organizaciones locales, nacionales e internacionales.

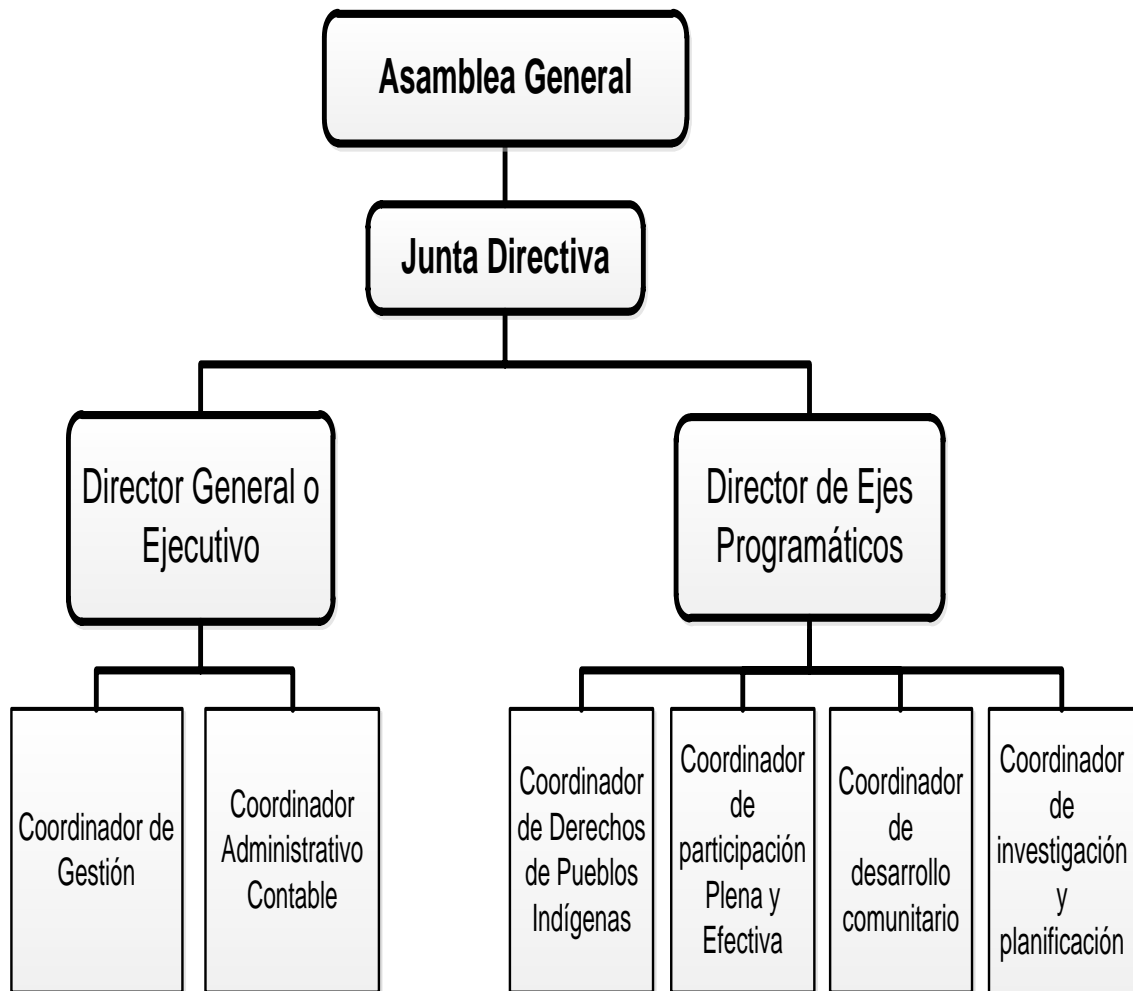
Base legal: la Asociación Sotz'íl ONG fue constituida mediante escritura pública Número 217 de fecha 04 de noviembre de 2004, ante el Licenciado Cruz Armando Choc Subuyc, inscrita en el Registro de Personas Jurídicas, libro Número 9, partida Número 102004, folios Números 82 al 94, de fecha 04 de noviembre de 2004.

Se encuentra inscrita en la Contraloría General de Cuentas con cuentadancia No. A5-872 y en la Superintendencia de Administración Tributaria con número de identificación tributaria 3862670-5.

1.1.3. Estructura organizacional

La Asociación Sotz'íl, está estructurada de tal manera que la división y la asignación de funciones de cada departamento es la adecuada y funcional, posee departamentos especializados que le permiten coordinar sus labores y actividades con los grupos a los cuales enfoca sus esfuerzos. La estructura organizacional de la Asociación Sotz'íl, se muestra en la figura 2.

Figura 2. Estructura organizacional



Fuente: elaboración propia.

1.1.4. Plan Estratégico

Es el proceso por el cual los miembros guían una organización, prevén su futuro y desarrollan los procedimientos y operaciones necesarias para alcanzarlo. Se debe recalcar el siguiente punto: planear estratégicamente es una apuesta diferente a planear a largo plazo.

Prever es más que buscar anticiparse al futuro, implica la convicción de que lo que se realiza ahora puede influir en los aspectos del futuro y modificarlos. Por ello, se plantea un plan estratégico, siendo un patrón de decisiones coherente, unificado e integrador; esto significa que su desarrollo es consciente, explícito y proactivo.

Constituye un medio para establecer el propósito de una organización en términos de sus objetivos a largo plazo, sus planes de acción y la asignación de recursos.

- Representa una respuesta a las fortalezas y debilidades internas, así como a las amenazas y oportunidades externas, a fin de desarrollar ventajas competitivas.
- Es un sistema lógico para diferenciar las tareas ejecutivas y administrativas, así como los roles a nivel corporativo, de unidad de negocio y funcionales.
- Es una forma de definir la contribución económica y no económica que la organización hará a sus grupos de interés.

El Plan Estratégico se enfoca en lo que debe hacerse, cual es la misión, visión y los tipos de planes para establecer los objetivos específicos, mensurables y alcanzables para la organización, estará a cargo de los encargados de departamentos, gerencias o personas delegadas.

1.1.4.1. Misión

Dentro de todos los elementos importantes de la planificación estratégica se encuentra la misión, para cualquier organización, asociación o empresa definir su misión es definir el objeto general de su quehacer, para quienes lo hacen y de manera general las acciones a tomar para lograr el objetivo. De esta manera la Asociación Sotz'íl, define su misión de la siguiente forma:

Orientar, facilitar, acompañar y fortalecer la acción del movimiento indígena hacia procesos sistemáticos y profesionales que permitan su estabilidad, política, organizativa e institucional.

1.1.4.2. Objetivo Central

Impulsar el desarrollo del movimiento indígena, a partir de sus planteamientos y demandas comunitarias, en el marco de sus derechos colectivos y los valores de su identidad, cultura y pensamiento cosmogónico.

1.1.4.3. Fines

Los fines en una organización son aquellos objetivos puntuales que se cumplen para lograr su misión y objetivo central, siendo estos la razón de ser de la misma o las acciones para las que fue creada. La Asociación Sotz'íl, se ha planteado los siguientes fines.

- Promover la unidad y la integración de esfuerzos entre pueblos y comunidades indígenas lo que les permita constituirse en sujetos de su historia y modelo de vida.

- Impulsar el reconocimiento y práctica de los Derechos Colectivos Indígenas, como el marco garante en el reconocimiento de los derechos individuales como ciudadano.
- Desarrollar y promover procesos de convivencia armónica y equilibrio, en el ser humano y la madre naturaleza, base fundamental de la cosmovisión indígena.
- Promover y fortalecer la identidad de los pueblos y comunidades indígenas de acuerdo a sus características y derechos específicos.
- Formular políticas y estrategias de desarrollo integral desde las perspectivas socioculturales indígenas, como propuestas de superación de la crisis social y marginación.
- Promover el cumplimiento de las leyes que reconozcan los derechos indígenas e implementar reformas legales de acuerdo a las demandas indígenas, convenios y acuerdos internacionales.

1.1.4.4. Ejes de trabajo

En el significado común de la palabra eje, se enmarcan todos aquellos elementos que sirven para dirigir determinadas acciones para el logro de los objetivos, aquellas acciones en torno a las cuales se desarrolla el quehacer de una organización. Los principales ejes que dirigen los esfuerzos de la Asociación Sotz'íl, son los siguientes.

- Desarrollo Comunitario: orientado a la planificación del desarrollo, identificando los diferentes enfoques y planteamientos sobre desarrollo, el

pueblo maya cuenta con una visión propia de su modelo de vida, el que no se acopla al desarrollo moderno. Aborda el desarrollo de planes, programas y proyectos estratégicos y operativos que generen auto sostenibilidad de las comunidades, potenciando la conservación, uso, manejo y administración de los recursos naturales, así como los recursos humanos propios de cada una de las comunidades indígenas.

Este eje orienta sus esfuerzos a acciones para fortalecer la capacidad de los pueblos indígenas para la conservación, uso, manejo y administración de los recursos naturales, a la ejecución del programa de manejo integrado de ecosistemas, y a la formulación de planes estratégicos de desarrollo comunitario.

- **Derechos Indígenas:** el pueblo maya posee derechos colectivos que no se pueden ceder como el derecho del territorio, autonomía y libre determinación. Este eje se fundamenta y se aborda desde la premisa del reconocimiento del status jurídico como pueblo y por consiguiente el respeto a sus derechos individuales y colectivos.

Orienta acciones que permiten dar acompañamiento a comunidades para garantizar la certeza jurídica a las tierras y territorios indígenas, reconociendo la propiedad colectiva y los derechos de posesión. Garantiza la participación en las discusiones de negociación, ratificación e implementación de instrumentos internacionales. Brinda acompañamiento a procesos de elaboración, presentación e impulso de iniciativas de ley, reforma y derogación de leyes existentes.

- **Incidencia y Participación:** en un país pluricultural, multilingüe y multiétnico, en el que se dialoga, e interactúa bajo el sistema de una

cultura occidental dominante, se hace necesario incidir para dar a conocer la cultura menos dominante.

- Asesoría y acompañamiento de procesos de negociación, incidencia, cabildeo y resolución de conflictos, así como en la formulación de propuestas, planes y proyectos que las comunidades u organizaciones requieren.
- Implementación de procesos de fortalecimiento a instituciones y organizaciones indígenas tomando como base los modelos propios de la asociación.

Bajo este eje se brinda acompañamiento y coordinación en la incidencia y negociación con el Estado guatemalteco, específicamente con los Organismos Ejecutivo y Legislativo, además brinda acompañamiento a comunidades para presentar sus demandas.

- Investigación y Planificación: el pueblo maya posee su propia visión, códigos y mecanismos para documentar su historia, sabiduría, conocimientos y realidad. Este eje busca desarrollar el proceso de estudio e investigación desde una visión indígena.

El cual permita planificar el presente y futuro de las comunidades de los pueblos indígenas, accionando en la participación y coordinación de estudios de gestión de riesgos, discriminación, empresariado indígena, salud intercultural, uso cultural de plantas, recursos naturales y desarrollo rural. A través de él formula planes estratégicos y operativos de organizaciones y comunidades, adecua con base en la cultura del pueblo maya, materiales didácticos y realiza campañas de promoción y publicidad.

1.1.4.5. Alcance

Toda organización debe delimitar sus acciones derivado a que los recursos son escasos y limitados, enfocar sus esfuerzos y acciones a determinado mercado o segmento de población. Un alcance también puede definirse por área territorial, por los resultados que se desean obtener al implementar una acción e incluso a la reacción que se pretende obtener de la población.

La Asociación Sotz'íl, delimita su área de trabajo en la extensión territorial que ocupan las aldeas y municipios de los departamentos de Chimaltenango y Sololá, en los cuales los beneficiarios son familias, padres y madres indígenas de escasos recursos, integradas por más de cinco hijos, que evidencian la dificultad para subsistir en la sociedad. En estas comunidades se enfocan los esfuerzos a través del desarrollo de proyectos en torno a los ejes de trabajo, proyectos sin fines de lucro, destinados a brindar herramientas de trabajo y fuentes de sustento que a la vez ayudan al desarrollo de las comunidades.

Según sea la necesidad, las aportaciones que realiza la Asociación Sotz'íl, abarcan desde capacitaciones en temas de desarrollo familiar, talleres o foros de reconocimiento y ejercicio efectivo de los derechos colectivos de los pueblos indígenas, hasta el impulso de programas y proyectos de desarrollo a mediano o largo plazo a los cuales brinda acompañamiento continuo.

1.1.5. Fuentes de financiamiento

La Asociación Sotz'íl, se sostiene financieramente por medio de aportes voluntarios tales como: herencias, legados, donaciones, subvenciones de personas o instituciones nacionales o extranjeras y con cualquier ingreso lícito que recibe. Trabaja para gestionar y captar recursos de entes o instituciones dedicadas al desarrollo de sectores de la población guatemalteca en condiciones de pobreza y pobreza extrema, entre las instituciones ante las cuales se ha gestionado recursos, se pueden mencionar:

The Nature Conservancy, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -UICN-, Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza – FONACON-, Embajada de Suiza, *Development Marketplace*, Cooperación Alemana GTZ, *Global Witness*, Organización de los Estados Americanos, Banco Mundial, *USAID/Rainforest Alliance*, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, *ICCO Cooperation*, Centro *Alex Von Humboldt* y Embajada de la República de China.

1.1.5.1. Control del uso de los recursos

Para garantizar la eficiente utilización de los recursos, la Asociación Sotz'íl cuenta con la fiscalización por medio de auditorías externas, las cuales evalúan el uso y el destino adecuado según los objetivos de la asociación, generando informes para terceras personas debido a que la relación del contador público con la asociación es de carácter civil y su objetivo es supervisar los estados financieros de la asociación.

En la Asociación Sotz'íl, la forma de designación, las calificaciones y el formato de presentación de informes por parte de la auditoría externa son

definidos por la ley vigente de Guatemala. Los auditores externos que supervisan los recursos materiales y financieros de la asociación, son miembros de uno de los órganos profesionales de contabilidad reconocidos en el país y normalmente presentan sus informes a nivel institucional y a su vez, la organización lo presenta a la cooperación nacional e internacional.

Por tanto, la empresa de auditoría externa que supervisa a la Asociación Sotz'íl en la situación o información financiera emite un informe donde justifica si esta información financiera es correcta o existen salvedades o diferencias entre la información que suministra, la organización en sus estados financieros y la que ellos creen que debería existir. Las auditorías se realizan en períodos de un año, documentando los resultados y la información obtenida de la auditoría y las recomendaciones de cualquier tipo, se utilizan para implementar acciones preventivas o correctivas encaminadas a mejorar el uso de los recursos.

1.1.6. Proyectos y procesos de desarrollo comunitario

Asociación Sotz'íl, desde su fundación ha planificado, organizado y ejecutado una gama de programas y proyectos, implementado procesos en beneficio de las comunidades, con base en su objetivo central y fines, de los cuales se enlistan los de mayor impacto:

- Producción de orquídeas *in vitro*, producción de abono orgánico *lombri-compost*, reforestación en el astillero comunal, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Parque Ecológico, y ruta turística, San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez. Producción de plantas medicinales y abono orgánico *lombri-compost*, Sumpango, Sacatepéquez, mejoramiento de la infraestructura del balneario del agua caliente,

Nejapa, elaboración de diagnósticos comunitarios, también en Nejapa. municipio de Acatenango departamento de Chimaltenango y agroforestaría comunitaria, Aldea Pa Ya', Comalapa, Chimaltenango.

- Ha implementado procesos de organización comunitaria, elaboración de planes maestros para la detección de las necesidades prioritarias a nivel comunitario, elaboración de propuestas, cabildeo, negociación e incidencia con la cooperación nacional e internacional, para la aprobación de las propuestas, ejecución del proyecto, entre otros.
- Ha beneficiado directamente a comunidades entre las cuales se encuentran: San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez; Sumpango, Sacatepéquez; San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez; Aldea Xepatán, Patzún; Comunidades de El Molino, Cruz de Santiago, Paxorotot y Barrio Poroma, Tecpán Guatemala; Aldea Pa Ya' Comalapa; Nejapa, Acatenango y Chimaltenango.

1.2. Departamento de Chimaltenango

Chimaltenango es uno de los veintidós departamentos que conforman la República de Guatemala pertenece a la región central de la división por regiones.

Se atribuye a Don Pedro de Portocarrero, la fundación de la cabecera del departamento de Chimaltenango en el año 1526. Este capitán fue compañero inseparable de Don Pedro de Alvarado y hombre de toda su confianza.

Chimaltenango, con el título de corregimiento del valle, perteneció a Sacatepéquez, hasta el 23 de noviembre de 1752, en que se le confirió la

calidad de Alcaldía Mayor (fue la ciudad-residencia del Alcalde Mayor), así quedaron establecidas dos alcaldías mayores, la de Chimaltenango propiamente dicha y la de los Amatitanes y Sacatepéquez. Estas dos provincias componían el Valle de Guatemala que desde la conquista estuvo bajo el gobierno de los alcaldes ordinarios de la capital, razón por la cual se denominaban Corregidores del Valle.

El nombre original de Chimaltenango fue Bocob y su nombre actual se deriva de las voces mexicanas *Chimal* que significa escudo y *Tenango* que significa cerro o lugar, unidos los dos términos quieren decir lugar amurallado de escudos o lugar de los escudos, Chimaltenango fue declarado departamento por decreto el 12 de septiembre de 1839.

Pertenece al complejo montañoso que desprende de la Cordillera de los Andes. Al situarse en la cordillera central se observa cómo se encuentra lleno de barrancos profundos, valles hermosos y dilatadas llanuras fértiles. Los ramales de la misma cordillera forman montañas elevadas y cerros eminentes.

Chimaltenango ha sido la cuna de artistas y poetas, entre los cuales destaca, sin duda alguna, Rafael Álvarez Ovalle, nacido en Comalapa y autor de la música del Himno Nacional de Guatemala. Este municipio, Comalapa, ha conquistado un sitio preponderante gracias a su muy peculiar característica de ser la casa de artistas plásticos, que le han dado renombre nacional e internacional a su pueblo.

Es importante resaltar que fue en Iximché, Chimaltenango, es el contexto donde los conquistadores españoles fundaron la primera capital de Santiago de los Caballeros de Guatemala el 25 de julio de 1524.

Chimaltenango es un departamento lleno de colorido y tradición. Ese colorido ha sido impregnado, no solo por los acontecimientos históricos, lo que lo ha convertido en un lugar importante en la historia de Guatemala. Los sitios arqueológicos de Mixco Viejo e Iximché, tienen un lugar que los alberga, los cuales al ser visitados relatan, gracias a su construcción y a los vestigios que aún se pueden encontrar, los hechos allí vividos, como por ejemplo, nombrar la primera capital del reino de Guatemala.

Es decir, solo de la participación de los pueblos indígenas en los partidos políticos y en los Comités Cívicos se dejaría de lado una rica experiencia política desarrollada a lo largo de la misma existencia de los Pueblos Indígenas en América. En el caso del Pueblo Maya se le reconoce más de 5 000 años de existencia.

1.2.1. División administrativa

Chimaltenango administrativamente está dividido en dieciséis municipios como se observa en la figura 3.

Los habitantes del municipio, así como del resto del departamento pertenecen en alto porcentaje de raza indígena pertenecientes al grupo *kaqchikel*. Según censo de 2 012, lo que ha variado actualmente.

Con la Independencia, el régimen republicano estableció su relación con los municipios y sus alcaldías. Aunque las nuevas jurisdicciones abarcaron el mismo territorio que los pueblos coloniales, sus contornos se modificaron al antojo de los presidentes del siglo XIX.

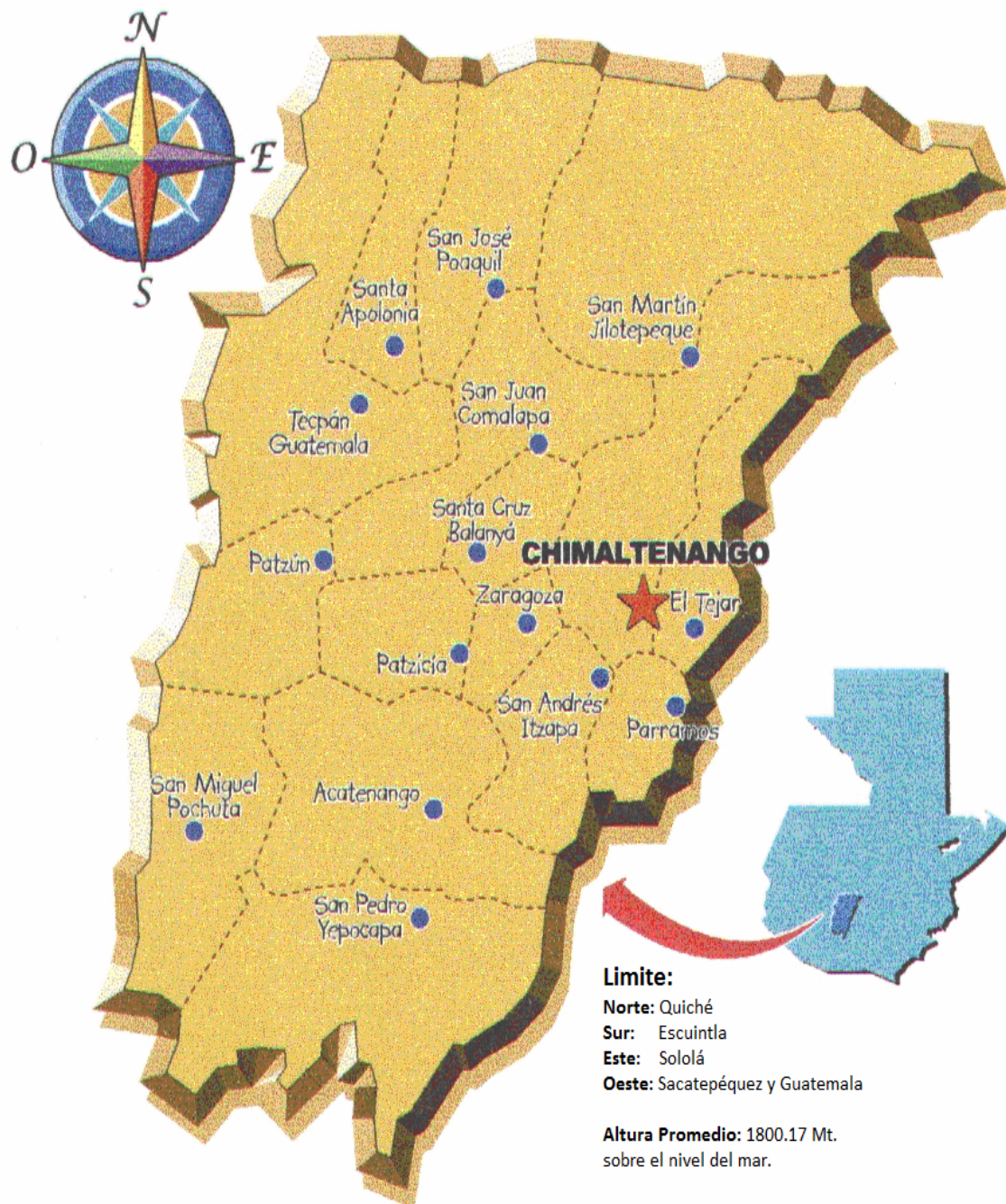
Los ladinos, algunos herederos de los hacendados españoles, permanecieron en los pueblos ilegalmente, pero el régimen republicano los admitió y les dio autoridad para gobernar lo que era menester de los *Kaqchikeles*. Esto fomentó diferencias entre las poblaciones indígenas y ladinas: autoridades paralelas, dos alcaldías simultáneas, hermandades y cofradías diferenciadas, así como condiciones inherentes a la política y a la economía nacional del siglo XIX.

La proximidad de estos municipios a la capital y la imposibilidad de profesionalizarse en su ámbito local, hizo que las familias con capacidad económica enviaran a sus hijos a la ciudad para que prosiguieran sus estudios. Hacia 1940 las familias de élite ladina que tenían el control de la municipalidad y eran propietarias de buenas porciones de tierras, abandonaron las cabeceras municipales. Con el terremoto de 1976, se notó el inicio de la recuperación de las alcaldías, por parte de la población *Kaqchikel*. Paulatinamente los ladinos vendieron las tierras, y a partir de 1970 esos sitios los compraron los *Kaqchikeles*.

Sin embargo, la misma necesidad que movilizó a los ladinos hizo que en aquellos tiempos sucediera algo similar: los hijos de las mayas abandonaron sus pueblos, algunos se desplazan hacia los Estados Unidos, pensando en no retornar, otros abren vías comerciales para la importación de vehículos o para vender sus hortalizas en los países centroamericanos.

Y no es para menos ya que el auge de las hortalizas para la exportación se constituyó en una actividad importante. Aunque la venta se canaliza por las bodegas de San Lucas y Chimaltenango, algunos campesinos hicieron de la producción de la arveja china, el brócoli y la mora, una de las principales fuentes de ingreso.

Figura 3. Departamento de Chimaltenango, República de Guatemala



Fuente: Instituto Geográfico Militar.

1.2.2. Geografía

El territorio de Chimaltenango es diverso en toda su extensión, en su superficie se puede observar diferentes tipos de recursos naturales como ríos, montañas, cerros y volcanes que lo hacen un territorio rico en tierra fértil, alcanza una altura máxima de 1 800,17 metros sobre el nivel del mar.

Chimaltenango es considerado como uno de los departamentos mas fieles exponentes del altiplano de Guatemala, por su belleza en la naturaleza, como cuna del imperio *kaqchikel* y primera sede de la ciudad de Santiago. Se encuentra ubicado en la zona central de la República de Guatemala. Con una extensión de 1 979 kilómetros cuadrados, situado a una altura de 1 800 metros sobre el nivel de mar, y su población es de 416 189,00 habitantes aproximadamente, con un alto porcentaje de indígenas de grupo *Kaqchikel*.

Su clima varía de templado a frío, aunque en algunos de sus municipios es frio, y en otros cálido; está rodeado de colinas y barrancos ocupando gran parte de las llanuras del valle. La cordillera volcánica es una cadena de montañas y conos que atraviesa el sur de Guatemala. Se extiende paralela al Océano Pacífico, desde la frontera con México hasta su límite oriental.

El extremo Occidental es más alto y quebrado que el del Oriente. En ambos los picos volcánicos son uno de los elementos más comunes del paisaje. En medio de esa cadena hay un territorio muy singular: Chimaltenango poseedor de un relieve caracterizado por mesetas dilatadas, fértiles, frescas y fragantes.

Los habitantes del municipio así como del resto del departamento son en alto porcentaje una raza indígena pertenecientes al grupo *kaqchikel* según censo de 2014.

1.2.2.1. Zonas de vida vegetal

Una zona de vida es aquella que posee de manera natural las características necesarias para albergar vida en la cual intervienen tres características fundamentales: temperatura, precipitación y humedad, mismas que son tan determinantes que el cambio de una, produce que se adapten otros tipos de vida vegetal.

Por su geografía variada el departamento de Chimaltenango situado sobre la cordillera de los Andes, posee una capacidad única para albergar muchas especies vegetales adaptadas a cada zona de vida, unas caracterizadas por su territorio montañoso y otras a su territorio de llanuras fértiles a lo largo de su extensión. Se han identificado tres zonas topográficas:

- La primera formada por tierras bajas del norte en el valle del río Motagua, unido al río Pixcayá. Sus alturas oscilan entre los 650 metros y presenta contraste con las demás comunidades, pues aquí predomina vegetación de chaparral espinoso, cactus y otras plantas punzantes.
- La zona intermedia y más extensa se encuentra a una altura promedio de 2 000 metros sobre el nivel del mar, aquí predominan los pinos, cipreses y álamos que son característicos del lugar.
- Por último está la zona donde se desarrolla la exuberante vegetación de la selva subtropical húmeda que corresponde al extremo meridional, hacia el este del río Madre Vieja y al sur de los municipios de Yepocapa y

Pochuta. Dentro del mismo territorio está la calurosa sabana tropical húmeda.

1.2.2.2. Uso actual de la tierra

Derivado de las zonas de vida vegetal, que Chimaltenango posee de forma natural, su población ha desarrollado diversidad de formas de cultivos de variadas especies como parte del uso que se le da a la tierra, entre las especies más comunes se mencionan: maíz, trigo, hortalizas, frijol, café, manzana, durazno, fresas y aguacate.

Otro uso importante que se le da a la tierra es el de crianza de los diferentes tipos de ganado, vacuno, porcino, ovino, entre otros. Aunque no criados para comercializarlos sino que como parte de una actividad para el consumo propio. Parte importante del territorio de Chimaltenango está cubierto de bosques conformados por diferentes especies que conforman su ecosistema.

1.2.3. Ubicación geográfica

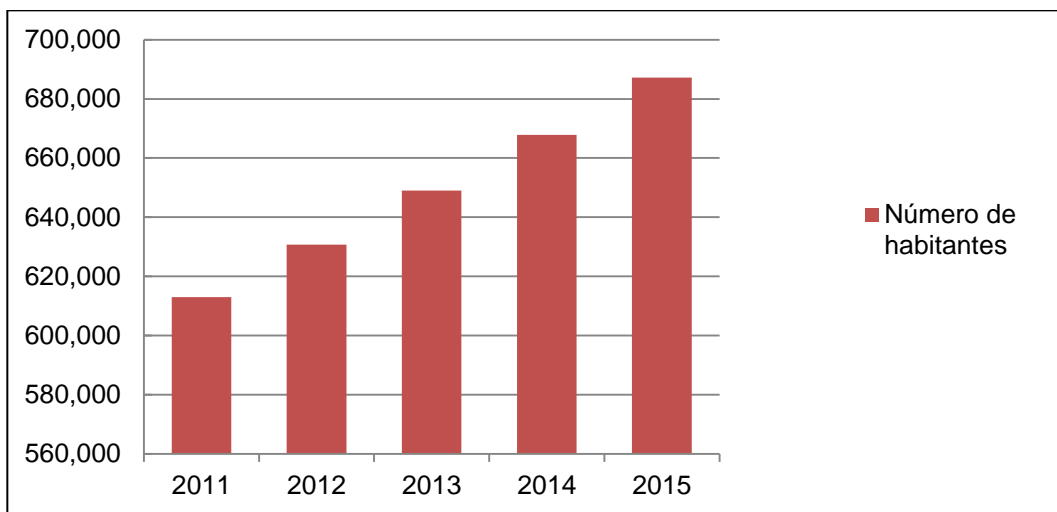
La ubicación geográfica establece el lugar específico en el cual se sitúa físicamente un determinado objeto de estudio, en referencia a parámetros de medición y localización previamente establecidos. Comúnmente se utilizan los cuatro puntos cardinales norte, sur, este y oeste o en conjunto con base a meridianos y paralelos.

Situado a 54 kilómetros de la ciudad capital, limitada al norte con los departamentos de Quiché y Baja Verapaz, al sur con Escuintla y Suchitepéquez, al oeste con Sololá. La extensión territorial es de 1 979

kilómetros cuadrados, equivalentes al 1,87 por ciento de la extensión total del país.

Censo poblacional, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística INE 2 014, del departamento de Chimaltenango, indica que San Juan Comalapa es el quinto municipio más poblado, después de Chimaltenango, Tecpán, San Martín Jilotepeque y Patzún.

Figura 4. **Número de habitantes del departamento de Chimaltenango**



Fuente: elaboración propia, con datos del INE.

Según las proyecciones de población, el número de habitantes del departamento fue de 687 231,00 representando el 4,2 % de la población total, estimada para el año 2 015 en 16 362 643. La población creció 2,9 % entre 2011 y 2012, porcentaje superior a la tasa de crecimiento nacional, que fue de 2,3 %.

Respecto a la pertenencia étnica, en San Juan Comalapa un 93 % de la población es maya *kaqchikel* y un 7 % es ladina o no indígena. En cuanto a la organización social, el gobierno está constituido por la Corporación Municipal, Integrada por: un Alcalde, dos Síndicos Titulares y un Suplente, cinco Concejales Titulares y dos Concejales Suplentes, que son electos popularmente y duran por período de cuatro años en sus funciones de conformidad con el decreto establecido de la ley electoral y de partidos políticos.

Existen algunas entidades de carácter social y deportivo entre las cuales están: el Centro Cultural y Deportivo Rafael Álvarez Ovalle y otras religiosas cofradías, denominadas así: Sacramento, San Juan Bautista, Virgen de Concepción, San Nicolás, San Francisco, Virgen del Carmen, Virgen de Guadalupe, Santa Cruz y San Juan Evangelista.

Hay dos sistemas de caminos rurales que muestran las partes menos conocidas del departamento.

El del Norte consta de tres ramales básicos: el que desde la ciudad de Chimaltenango se dirige a San Martín Jilotepeque y de ahí al sur del Quiché. El ramal que desde la carretera CA-1 conecta a Zaragoza, Comalapa y hasta San Martín Jilotepeque y San José Poaquil; y luego, el que conecta Tecpán Guatemala, Santa Apolonia y San José Poaquil. Estos caminos permiten adentrarse en los lugares de Chimaltenango. Cada vera de río y cada montaña muestran paisajes de la naturaleza dignos de fotografiar. En el otro se sitúa la ruta de la bocacosta. La rica red de caminos desciende hasta Acatenango, Yepocapa y Pochuta y más al sur entra al cálido ambiente de Escuintla, atraviesa la selva subtropical y sus peculiares junglas pegajosas, llenas de vida y de cantos de aves, lo que hace a Chimaltenango un lugar diferente y digno de conocer.

1.2.4. Idioma

Históricamente el departamento de Chimaltenango fue originalmente poblado por los *kaqchikeles* y su idioma materno es el *kaqchikel*, luego de los sucesos de conquista se introdujo el español que es el idioma nacional actualmente.

En la encuesta nacional de condiciones de vida 2 011, se puede observar que Chimaltenango refleja los siguientes porcentajes de la población por comunidad lingüística: el 21,6 % del total de la población pertenece a la comunidad lingüística no indígena, el 1,8 % a la comunidad lingüística *K'iché* sobresaliendo el 76 % de la población que pertenece a la comunidad lingüística *kaqchikel* y el 0,5 % pertenece a otras comunidades lingüísticas.

1.2.5. Economía

Chimaltenango es un departamento netamente agrícola, su economía se basa en comercializar los productos generados de su actividad a otros municipios y departamentos de Guatemala, principalmente produce para su comercialización productos como el café, frijol, maíz, hortalizas y frutas.

Otro segmento de la población produce para su comercialización productos derivados de la explotación de cuero de animales, tejidos, cerámica tradicional, productos derivados del barro, entre otros.

En cuanto a la economía de una población se resalta el tema de la pobreza, esta se da cuando un habitante no logra cubrir el costo para adquirir los alimentos de la canasta básica o las condiciones mínimas de supervivencia, techo, vestimenta, salud y educación, por otra parte la pobreza evaluada desde

los diferentes grupos étnicos que conviven en Chimaltenango afecta fuertemente a la población indígena.

Lo primero que se considera necesario rescatar, es la existencia del Pueblo Maya, no ahora, sino desde esos 5 119 años de historia. Durante ese largo período, que el pueblo ha tenido una estructura económica y un tipo de relaciones sociales muy particulares entre las cuales está la coherencia y el sentido comunitario de los pueblos; unos principios, un pensamiento y una práctica política en el que el valor de la autoridad es su capacidad de servicio a la comunidad entre otros rasgos; y una cultura milenaria con valores filosóficos, éticos y morales, que es motivo de admiración y estudio en todo el mundo. Todo lo cual, quedó fuera, al margen, excluido del Estado Guatemalteco.

1.3. Producción

La actividad artesana es un elemento de identidad colectiva para los pueblos de Guatemala y es una vía de preservación del patrimonio cultural y etnográfico innegable. Ante este escenario es importante resaltar que también la actividad artesana debe ser reconocida como un factor esencial en la contribución económica a la situación económica de las distintas familias artesanas. Producir artesanalmente es además transmitir conocimientos y técnicas ancestrales para producir a mano diversidad de productos.

Este reconocimiento desde el enfoque económico debe ir unido al reconocimiento de sus elementos como sector artesanal, para que se avance en políticas de apoyo más efectivas. La artesanía no puede renunciar a su reconocimiento económico y productivo en el conjunto de actividades económicas que la delimitan como actividad productiva la artesanía.

En Guatemala la actividad agrícola y la producción artesanal tienen una estrecha vinculación. La producción artesanal representa en muchos casos una actividad económica adicional con relación a la actividad productiva principal: la agrícola. Esto considerando la producción dispersa que existe en todo el país, a nivel de talleres familiares. La situación de salud y educación en el país, reflejan fielmente las condiciones de miseria extrema en que vive el mayor porcentaje de la población rural, entre los que se encuentran los campesinos cuya actividad económica secundaria, en la mayoría de los casos, es la producción artesanal.

La producción artesanal representa una de las principales actividades económicas en muchos departamentos de Guatemala. La UNESCO (2007) señala: la artesanía o productos artesanales son producidos por artesanos, ya sea totalmente a mano, o con la ayuda de herramientas manuales o incluso de medios mecánicos, siempre que la contribución manual directa del artesano siga siendo el componente más importante del producto acabado. Se producen sin limitación por lo que se refiere a la cantidad y utilizando materias primas procedentes de recursos sostenibles.

La naturaleza especial de los productos artesanales se basa en sus características distintivas, que pueden ser utilitarias, estéticas, artísticas, creativas, vinculadas a la cultura, decorativas, funcionales, tradicionales, simbólicas, significativas religiosa y socialmente. En la presente investigación relacionada a la alimentación.

Lo que se produce en Guatemala de forma artesanal, posee un carácter ancestral, estos productos mantienen una serie de patrones culturales que se han transmitido de generación en generación hasta la actualidad. Es importante resaltar que la artesanía ha evolucionado mucho, desde el arte popular que

desarrollaron y desarrollan los pueblos como expresión cultural, hasta que se fue convirtiendo con el transcurrir del tiempo en producción de artesanías, comprendida como la fabricación en serie de objetos artísticos de origen popular; constituyéndose actualmente como un importante sector y con óptimas perspectivas.

En Guatemala, el sector artesanal, está formado por alrededor de un millón de artesanos productores, la mayoría de ellos indígenas, pertenecientes a los 22 departamentos de Guatemala, sin embargo, la mayor concentración se localiza en la zona occidental y central del país. Es importante resaltar que el 70 % de esta población está formado por mujeres, y la artesanía más común es la textil ya que cuenta con aplicaciones bordadas y productos tejidos en crochet.

No obstante, también sobresalen otras ramas artesanales como artesanías en madera, cerámica, fibras vegetales, vidrio soplado, hierro forjado, velas, cuero y joyería. En las artesanías de joyería se trabajan la plata y el jade que son los materiales más frecuentes y característicos del país.

La artesanía guatemalteca, especialmente a través de sus textiles, es única y reconocida en el mundo y ha logrado un reconocimiento y posicionamiento en los diferentes países. La alta población artesanal que el país tiene, la diversidad de técnicas artesanales disponibles, el alto valor y nivel cultural y tradicional del país, han colocado a Guatemala como una interesante propuesta de producción y diversidad artesanal en el mundo.

En este contexto surge la problemática que muchas familias productoras son explotadas por empresas nacionales e internacionales, que compran sus productos a precios paupérrimos y venden estos mismos productos en exclusivas tiendas nacionales e internacionales a precios exorbitantes.

Son pocos los artesanos que se han agrupado y formado organizaciones de apoyo productivo, social y comercial. Según datos de AGEXPORT, la estrategia del sector artesanal se ha basado en el diseño e innovación de productos, logrando actualmente una oferta de mejores calidades, colores y diseños adaptados a tendencias de mercados mundiales.

Sin embargo, a pesar de las cifras de crecimiento, no se puede prescindir del rol que desempeñan las familias artesanas, que en su mayoría, solo son objeto de explotación y ante la presión económica venden sus productos a precios muy bajos, lo que significa que el empresario que se aprovecha de esta situación, invierte muy poco en el desarrollo del país.

1.3.1. Definición

Producir es transformar la materia prima en otro tipo de producto destinado a satisfacer una necesidad, el producto puede ser un bien o un servicio, haciendo uso de la tecnología y planteando lineamientos económicos y administrativos durante el proceso. También puede definirse como la suma de valor a un bien.

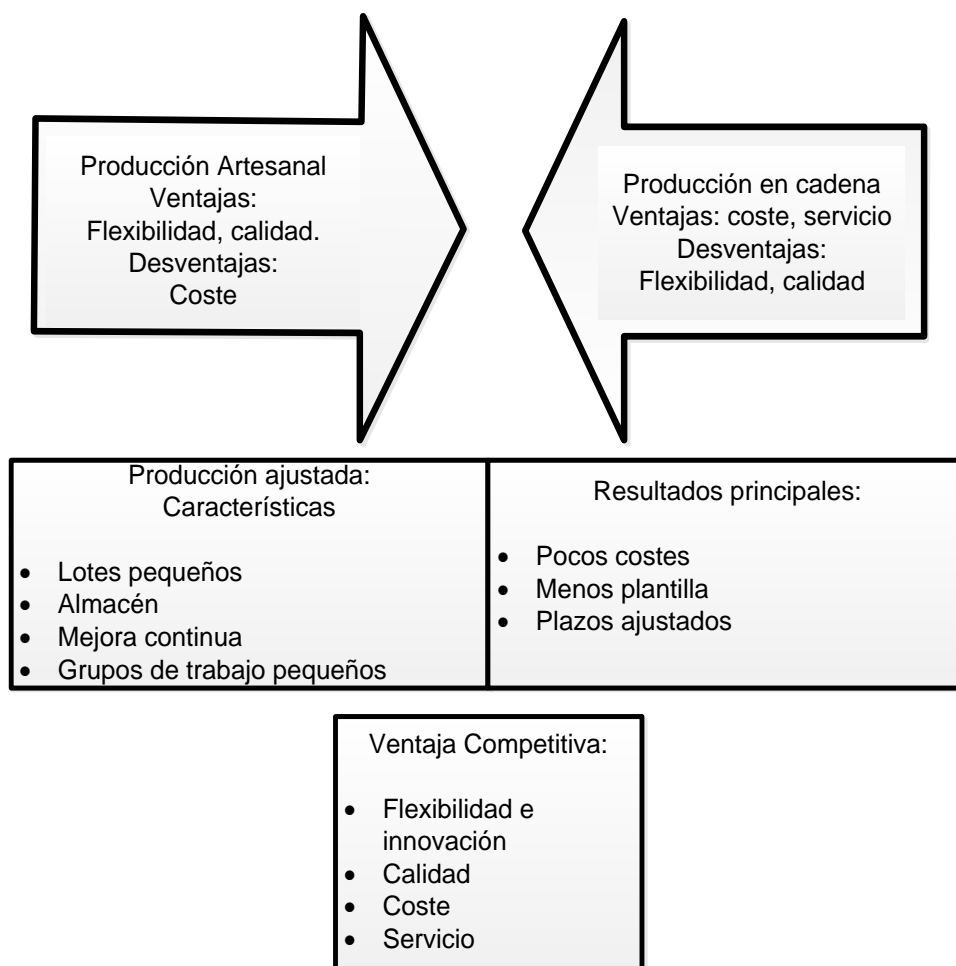
1.3.2. Tipos de Procesos Productivos

Al relacionar el concepto de innovación con las artesanías puede escucharse, de entrada, como un tema escabroso, ya que se podría considerar que la artesanía como tal no puede ser relacionada con innovación alguna, puesto que perdería el rasgo distintivo que la define precisamente como artesanía. Sin embargo, la presencia de innovación, tanto en procesos productivos como en los productos mismos, es necesaria en cualquier rama del

sector manufacturero, y la producción de artesanías no escapa al empleo de este aspecto.

Uniando la premisa anterior a la idea que en el ámbito empresarial se tiene que solo las grandes empresas tienen la capacidad para desarrollar innovaciones, esto deja a las empresas de menor tamaño con la nada agradable labor de desmitificar este prejuicio.

Figura 5. **Ventajas y desventajas de la producción artesanal**



Fuente: elaboración propia.

Las empresas son una de las más complicadas invenciones del ser humano. De la misma forma que ocurre con las personas, las empresas tienen características propias: su individualidad, sus recursos, su personal, sus productos o servicios, en fin, su marca.

1.3.2.1. Según la continuidad del proceso

En primer lugar se encuentra el tipo de producción continua que consiste en un sistema de producción puede clasificarse como continuo cuando se adapta a ciertos criterios e itinerarios ya establecidos, además posee un flujo de operación fijo, en este tipo de sistema, todas las operaciones se organizan para producir mientras los suministros y materia prima se mueve a través de él. Una característica importante de este sistema es que permite que los costos de producción sean los más bajos posibles cuando más grandes son los lotes.

La siguiente producción se denomina producción intermitente, que se refiere a la demanda de todos los productos es diferente así como los gustos y preferencias de los consumidores, debido a ello los sistemas de producción son adaptados para fabricar lotes de determinados productos y luego modificados para producir otro lote de un producto diferente. El sistema de producción puede adaptarse para fabricar diversos tipos de productos.

1.3.2.2. Según la forma de producción

Se refiere a la manera de producir, es decir, que el proceso de producción es abierto a obedecer solicitudes específicas de los clientes sobre el producto. Se utiliza el proceso de producción en serie, en el cual cada estación del sistema es especializado y se caracteriza por producir en línea.

1.3.2.3. Según el producto obtenido

La diversificación de la demanda obliga a que los sistemas productivos se adapten a la exigencia de todo tipo de productos, que podrían ser desde los más simples, cuando se pueden obtener dos diferentes productos, en un mismo proceso, hasta productos únicos a los que se les llaman proyectos.

La introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes; el uso de una nueva fuente de materias primas, ambas innovación en producto; la incorporación de un nuevo método de producción no experimentado en determinado sector o una nueva manera de tratar comercialmente un nuevo producto, innovación de proceso, o la llamada innovación de mercado que consiste en la apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado.

1.4. Diseño

El trabajar con los componentes estructurales y principios del diseño, es decir, las relaciones y estructuras específicas de los elementos, formas y figuras, permite realizar un objeto estéticamente armonioso y balanceado, con impacto visual sin suprimir el valor cultural de la pieza artesanal.

Para garantizar independencia del error experimental, uno de los supuestos del análisis de varianza del diseño experimental utilizado, la distribución de las unidades experimentales en el espacio físico de la sala de producción.

1.4.1. Definición

Todo producto bien o servicio nace de una idea como alternativa para satisfacer una necesidad, el conjunto de características, especificaciones técnicas cualitativas y cuantitativas son parte del diseño. Actividad de transformación para la producción creativa de objetos finales individualizados, productos específicos, que cumplen una función utilitaria y tienden a adquirir el carácter de obras de arte; actividad que se realiza a través de la estructura funcional e imprescindible de los oficios y sus líneas de producción, que se llevan a cabo en pequeños talleres con baja división social del trabajo y el predominio de la aplicación de la energía humana, física y mental.

Generalmente complementada con herramientas y máquinas relativamente simples; actividad que es condicionada por el medio geográfico, que constituye la principal fuente de materias primas, y por el desarrollo histórico del marco sociocultural donde se desarrolla y al que se contribuye a caracterizar.

1.4.2. Diseño para la producción

Es realizar un diseño completo incluyendo aspectos de ingeniería para el proceso de producción, mecánico, eléctrico, *software*, entre otros y un diseño industrial que incluye aspectos estéticos, ergonómicos entre otros, para un producto determinado. Los diseños para la producción van más allá de enfocarse simplemente al producto y al proceso para producirlo, sino que además deben incluir factores externos determinados a través de estudios de mercado, análisis de la competencia, transporte y toda la cadena de suministros. El diseño para la producción es un elemento muy importante

debido a que los aspectos y decisiones de este afectan directamente a la calidad y al costo del producto.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Aspectos generales de los hongos comestibles

La micología es la ciencia que estudia los hongos. El conocimiento de los hongos, o al menos su utilización, es muy antiguo, en los que están implicados fenómenos de fermentación originados por hongos, o los ritos religiosos con hongos alucinógenos de los indígenas mexicanos y guatemaltecos. Los hongos son organismos *eucariotes*, con pared celular definida de quitina y celulosa, rara vez ausente. Su micelio está formado por estructuras ramificadas y filamentosas, cuyas fructificaciones portan esporas. No poseen pigmentos clorofílicos y por lo tanto su nutrición es heterótrofa. Presentan reproducción sexual y asexual.

El término hongo se deriva del latín *Fungus* que significa seta y del griego *Sphongos* que significa esponja. Los hongos no son plantas y son clasificados en el reino Fungi. La parte del hongo que se ve es solamente el fruto del organismo. La parte viviente del hongo es un micelio constituido por un tejido de filamentos delgados llamados hifas.

El micelio está escondido debajo de la tierra, en madera, o en otras fuentes de alimento. Estos tejidos viven ocultos hasta que aparecen los cuerpos fructíferos. Si el micelio produjera frutos microscópicos, la gente quizás nunca se fijaría en el hongo. La mayoría de los hongos construyen sus células de quitina. Los hongos se alimentan absorbiendo nutrimentos del material orgánico en que viven, por lo que éstos secretan ácidos y enzimas que simplifican el

material orgánico en partículas más fáciles de digerir y luego atraviesan la pared celular de la hifa.

Los hongos han evolucionado para usar muchas sustancias como alimento. Algunos descomponen material orgánico como hojas muertas, otros se alimentan de células vivas, causando enfermedades. Los hongos infectan a plantas, animales y hasta a otros hongos. Los hongos *micorrízicos* viven como compañero. Ellos le proveen nutrientes minerales a las plantas a cambio de otros alimentos que el hongo no puede producir.

Se ha demostrado que los hongos son el grupo de organismos más numerosos en la Tierra después de los insectos. En efecto, se calcula que hay más de 1 500 000 especies de hongos, por lo que su impacto en el medio es enorme. La diversidad de estos organismos, favorece que se desarrollen en un sin fin de hábitats, razón por lo cual los hongos están en todas partes.

Están ampliamente distribuidos en todo el planeta y prosperan en casi todos los climas: tropicales, subtropicales, templados, fríos, es decir, en todos aquellos ámbitos de temperaturas comprendidas entre 4 a 60 grados centígrados, donde existan los elementos indispensables para su existencia: material orgánico y agua. Las setas de gran consumo han sido tradicionalmente poco conocidas. Se calcula que solamente un 5 % de los hongos existentes en el mundo son conocidos científicamente. Se ha estudiado un número pequeño de hongos de los cientos de miles de especies existentes. De ellos solamente unas decenas de especies son usadas normalmente con fines gastronómicos o medicinales.

El conocimiento de los hongos es milenario y su estudio sistematizado tuvo comienzo en los últimos años y está todavía por desarrollar. No hay más

de un par de decenas de especies que sean comercializadas en el mundo (20). Algunos hongos comestibles, como los del género *Pleurotus*, tienen la habilidad de colonizar el rastrojo y degradar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa. Estos tipos de hongos son considerados como agentes primarios de descomposición porque son capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma natural sin que hayan sido sujetas a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica.

La utilización de los materiales *lignocelulósicos* como fuente para la producción de hongos comestibles representa una amplia posibilidad biotecnológica para la obtención de alimento humano partiendo por lo general de materia prima de desecho de bajo costo. Según Valencia y Garín, los materiales *lignocelulósicos* están constituidos esencialmente por celulosa 45 a 60 %, *hemicelulosa* 15 a 20 % y lignina 10 a 30 %.

2.1.1. Características de los hongos en general

En la clasificación de especies de la tierra por reinos, los hongos pertenecen al reino Fungi, se caracterizan por ser seres vivos diferentes a las plantas y a los animales, además por crecer bajo condiciones de humedad y oscuridad y su alimento lo obtienen principalmente descomponiendo materia muerta de plantas o animales. La Biología es la ciencia que se encarga del estudio de estos especímenes por medio de la Micología.

Los hongos por su gran capacidad de adaptación se reproducen de forma sexual que tiene lugar cuando las células masculinas y femeninas se unen para formar esporas, las cuales se dispersan en el ambiente y cuando este es apropiado germina en un nuevo hongo. La forma asexual de reproducción de un

hongo se desarrolla cuando a un hongo se le quita o separa una pequeña parte y se deposita en un lugar apropiado para su germinación.

Una característica particular importante de los hongos en el uso alimenticio es su valor nutritivo y vitamínico, bajo en carbohidratos y grasas, su alto contenido proteínico y vitamínico posiciona a esta especie por encima de las frutas y verduras, su valor proteínico se encuentra dentro del rango del veinte y el cuarenta por ciento de su 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.

En Guatemala la explotación de este recurso está determinada por la recolección artesanal que realizan los miembros de las comunidades indígenas que buscan básicamente satisfacer su necesidad de alimentación o como producto no tradicional de comercio. El conocimiento de las especies su hábitat su forma de cosecha y temporadas está basada en un conjunto de conocimiento empírico que cada comunidad posee y que transmite de forma oral de generación en generación basados en la etimología maya en cuanto a la protección manejo y conservación de los recursos naturales.

Actualmente se han ideado nuevas formas de explotar el recurso fúngico, aunque no de la misma manera para todas las especies en muchos países incluyendo Guatemala, se están desarrollando tecnologías dirigidas a cultivar de manera alternativa hongos comestibles de las especies más conocidas y por ende consumidas a nivel mundial creando condiciones semejantes a las de su temporada y origen, logrando de esta manera una mayor producción y

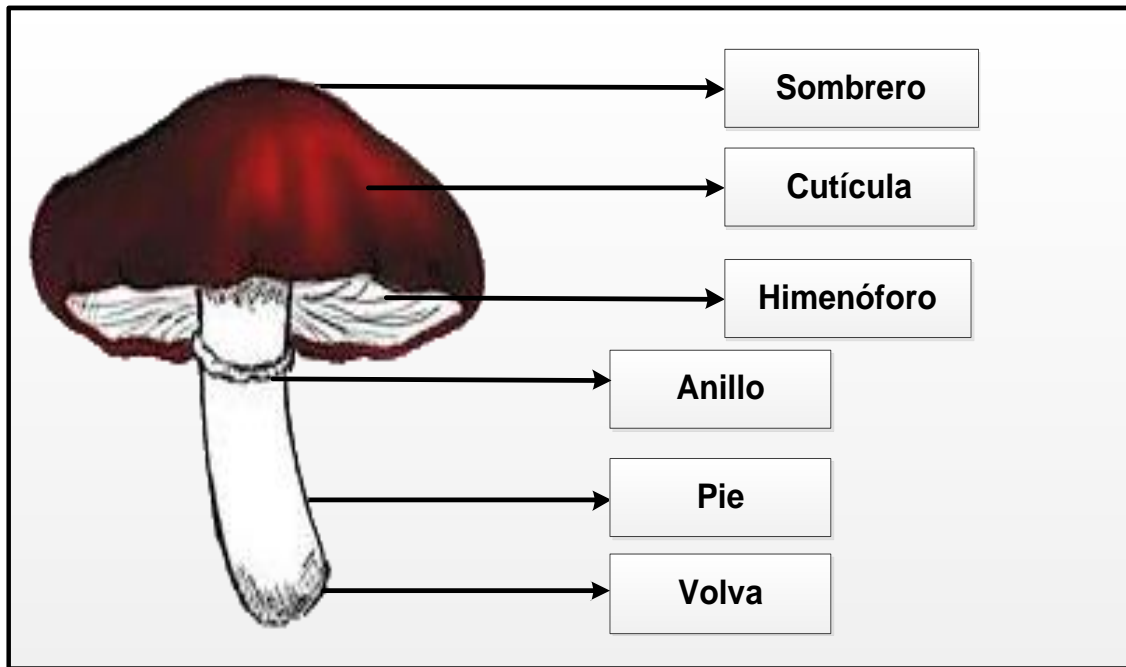
comercialización de hongos, utilizando procesos de bioconversión de materiales poco utilizables o desechos agrícolas derivados del maíz, café, coco, caña de azúcar madera, entre otros.

2.1.2. Partes de un hongo

Los hongos indistintamente de su especie poseen características generales y se componen de dos partes fundamentales: el micelio y la seta. El micelio o cuerpo vegetativo es la parte situada por debajo del suelo, está formado por un conjunto de abundantes filamentos llamados hifas, cuya función es atraer y retener los minerales del suelo para alimento del hongo. La seta es el fruto del micelio, la parte que sale al exterior, que comúnmente se le conoce como hongo que a su vez se puede dividir en las siguientes partes: sombrero que es la parte superior de la seta generalmente en forma de sombrilla el cual resguarda debajo láminas que son membranas que abrigan elementos fértiles que utiliza para su reproducción.

El anillo se forma cuando el cuerpo fructífero alcanza un tamaño en el que rompe la telilla (velo) que protege al sombrero en cierta etapa de su desarrollo y así como las plantas el cuerpo fructífero de los hongos posee un pie que sería equivalente a un tallo.

Figura 6. Partes de un hongo



Fuente: elaboración propia.

Las partes del hongo son las siguientes:

- Sombrero: presenta varias formas. Cubierto por la cutícula.
- Himenio: parte reproductora o conjunto de esporas. Presenta formas variadas.
- Anillo: resto de velo que protege el himenio del hongo joven.
- Pie: sostiene al sombrero. En él se encuentran características importantes para la identificación de especies.
- Volva: restos de pie por rotura. Distintas formas.
- Micelio: parte vegetativa. Es el auténtico hongo. Nutrición.

2.1.3. Hongos silvestres

Hongos que crecen naturalmente en las diferentes zonas boscosas en las estaciones del año, son llamados hongos silvestres, descubiertos, derivado de otras actividades de cultivos y experimentando su uso, este conocimiento es muy antiguo y actualmente en Guatemala la explotación de este recurso se limita a una actividad temporal y hecha por las comunidades indígenas de escasos recursos que recolecta hongos como parte de una variación en su forma de alimentación o como oportunidad de comercializar un producto escaso y percibir ingresos.

El conocimiento de los tipos, formas, colores, ubicación y variedad en general de los hongos silvestres está escasamente documentado, sin embargo, en las diferentes comunidades el valor del conocimiento empírico del tema de hongos es muy grande.

2.1.3.1. Comestibles y venenosos

La gama de hongos es muy diversa sumado a la diversidad de climas de las diferentes regiones, Guatemala permite que la disponibilidad del recurso fúngico sea abundante, en las zonas boscosas se reproducen toda clase de hongos entre ellos comestibles, venenosos y alucinógenos de aquí la importancia, que en la actividad de recolección se puedan identificar cada una de las especies evitando tragedias por intoxicación.

Hongos comestibles son todos aquellos que pueden ser consumidos por el ser humano aprovechando su valor nutritivo sin causar ningún efecto secundario, no existen parámetros definidos que caractericen las especies comestibles, más bien los conocimientos empíricos de algunas comunidades

como Xepatan en el municipio de Patzún, departamento de Chimaltenango, narran como el conocimiento de identificar especies de hongos comestibles es heredado por sus padres así como la temporada de cada especie conocida.

Los hongos venenosos son aquellos que causan efectos nocivos al ser consumidos debido a la existencia de sustancias tóxicas y no tolerables para el ser humano, causándole molestar estomacal hasta deficiencias hepáticas que ocasionan la muerte.

Los nombres y características científicas de los hongos tanto comestibles como venenosos en su mayoría se desconocen por los recolectores de las comunidades, más bien para realizar esta actividad utilizan conocimientos propios de la cultura maya por ejemplo en San José Poaquil, en Chimaltenango se contactó con un miembro de la comunidad, de escasos recursos, quien mencionó que para mayo se inicia la actividad de recolección de hongos con el hongo de la primera lluvia, el cual calificó como comestible.

Dentro del complejo de especies de hongos que albergan los bosques, se pueden encontrar tanto especies comestibles como alucinógenas y venenosas. Se llama envenenamiento por setas a los efectos nocivos provocados al ser humano por la ingestión de sustancias tóxicas presentes en ciertas especies de hongos silvestres, que pueden ir desde molestias gastrointestinales y nerviosas leves hasta lisis de células hepáticas y muerte.

Los síntomas típicos son: dolor de cabeza, mareos, sudor frío, vómitos, dolor abdominal agudo, ictericia, diarrea, entre otros. Estos no siempre aparecen justo después de comer las setas venenosas, a menudo se presentan de 15 minutos a 12 horas después de ingeridas. En otros casos los síntomas

que llevan a la muerte, vómitos sanguinolentos por ejemplo, pueden perdurar hasta 8 días después de la ingesta.

Así, el cultivo de hongos comestibles representa en la actualidad una alternativa para fomentar el desarrollo en áreas rurales. La técnica básica está establecida y no requiere de economías a gran escala para realizarse, pero la mayoría de intentos han fracasado, debido a la ignorancia sobre el tema y la falta de asistencia técnica e información disponibles para cualquier persona común y corriente que pretenda cultivar hongos.

El cultivo de hongos requiere control sobre las condiciones del medio, temperatura, humedad, ventilación, luz, oscuridad, entre otros. Entre más factores del medio se puedan controlar, más costos se tendrán que incorporar a la inversión para el cultivo.

Los cultivos son más estables y más productivos cuando el lugar de siembra posee aire acondicionado, pero los costos de producción se elevan. Sin embargo, las condiciones de cultivo artesanal son baratas, aunque dependientes de las condiciones del ambiente y son productivas a bajo nivel, suficiente para autoconsumo y comercialización del excedente.

En el cultivo artesanal de hongos se puede ejercer también cierta regulación sobre los factores del medio, acondicionando de tal manera los locales para permitir el flujo de corrientes de aire y aplicación de riego. El cultivo de los hongos comestibles es un sistema de biocorversión ecológica, pues lo que al hombre le es poco útil y que desecha, como las pajas, bagazos, cascarillas y pulpas, los hongos lo transforman en alimento proteínico y en mercancía para venta.

Además, una vez que se obtuvo el producto comestible, del sustrato residual se puede obtener abono orgánico mediante procesos de composteo y vermicomposteo para la producción de plantas y hortalizas; dado el efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos. Esta alternativa de producción ha sido explotada con éxito desde hace mucho tiempo en otros países, principalmente en Asia, donde se ha desarrollado toda una tecnología para la producción y conservación de los hongos comestibles como el champiñón, el Hongo Ostra y el *Shiitake*.

2.2. Diversidad y Distribución del recurso fúngico

Los hongos constituyen el segundo grupo de organismos más abundante de la biósfera después de los Artrópodos. Se calcula una cantidad de 1 500 000 especies, pero solo el 5 % ha sido descrito y calificado.

De las 70 000 especies descritas 10 000 corresponden a setas y solo 2 000 especies de ellas son consideradas comestibles. En Guatemala, se han reportado en enero de 2005 un total de 285 especies de macromicetos, entre ellas 113 especies son utilizadas como comestibles en diferentes regiones del país.¹

¹ ARDÓN LÓPEZ, Carlos Esduardo. *La producción de los hongos comestibles*. Trabajo de graduación de Maestría en Docencia Universitaria con Especialidad en Evaluación Educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, 2007. p 151.

Figura 7. **División del reino Fungi**

DIVISIONES	CARACTERÍSTICAS
GYMNOMICOTA	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos fagotróficos con estructuras somáticas desprovistas de paredes celulares. • Son considerados por muchos biólogos como pertenecientes al Reino Protista.
MASTIGOMYCOTA	<ul style="list-style-type: none"> • Hongos con centriolos que intervienen en la división nuclear; es típico que durante el ciclo de vital se produzcan células flageladas y es también típico que la nutrición se realice por absorción (digestión externa) • El cuerpo fructífero varía desde una sola célula que se convierte en un esporangio, hasta un micelio extenso, filamentososo. • Reproducción asexual mediante zoósporas y reproducción sexual de varios tipos.
DEUTEROMYCOTA	<ul style="list-style-type: none"> • Hongos saprofiticos, simbióticos, parásitos o depredadores, unicelulares o mas típicamente con un micelio séptado, de ordinario productor de conidios. • Existen unas pocas especies que no producen ningún tipo de esporas. • Ciclo de reproducción parasexual o desconocido.
AMASTIGOMYCOTA	<ul style="list-style-type: none"> • Hongos sin centriolos, no producen células flageladas. • La nutrición es por absorción. • La reproducción sexual por gemación, fragmentación, esporangiosporas o conidios.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo 20 especies más apreciadas en la región del país de Guatemala a continuación se describen minuciosamente los rasgos generales de cada especie.

Tabla I. Tipos de hongos

No.	Nombre	Tamaño del sombrero, en milímetros	Forma	Color	Escamas	Superficie	Otras características
1	<i>Agaricus Campestris</i>	De 10 a 90	Convexo a plano convexo	Blanco	Si, color claro	Húmeda	Borde entero a desgarrado al abrirse
2	<i>Agrocybe aegerita</i>	De 40 a 250	Convexo a plano convexo	Beige con manchas café	No	Rugosa a aerolada en seco	Borde entero a pendiculado, Contexto de 10 a 20 mm de grosor, carnoso esponjoso
3	<i>Amanita Caesarea</i>	De 115 a 148	Convexo en jóvenes, umbonado en adultos	Color rojo naranja que se torna color amarillo en el margen, en el centro color café naranja, aunque en jóvenes es de color rojo intenso	No	Glutinosa, lisa	Borde estirado a surcado, margen recto borde entero
4	<i>Armillariella polymuces</i>	De 30 a 100	Globoso convexo y finalmente extendido	Café rosa a café amarillento	Ligeramente escamoso	Liso	-

Continuación de la tabla I.

No.	Nombre	Tamaño del sombrero, en milímetros	Forma	Color	Escamas	Superficie	Otras características
5	<i>Auricularia delicata</i>	De 35 a 130	Gelatinoso	Marrón	No	Velutinoso, ruguloso, húmeda	Margen a veces lobulado, borde a veces translúcido
6	<i>Boletus Edulis Bull</i>	De 115 a 198	Convexo a plano convexo	Beige a café marrón en el centro	No	Lisa, untuosa en húmedo	Cutícula desprendible
7	<i>Cantharellus cibarius</i>	De 42 a 100	Plano convexo, centro deprimido, margen lobulado a ondulado	Amarillo	No	Serosa, lisa a finamente fibrilosa	Contexto de 10mm de grosor, amarillo pálido, consistencia carnosa, esponjosa, olor afrutado un poco picante
8	<i>Clitocybe clavipes</i>	De 52 a 84	Plano convexo, centro deprimido, margen incurvado a recto	Blanco	No	Lisa	Borde entero, cutícula desprendible, con contexto blanco bajo ella, de 6mm de grosor, lleno y carnoso
9	<i>Favolus brasiliensis</i>	De 20 a 90	Aplanado convexo, en forma de abanico	blanco cremoso a amarillento claro	No	Lisa	Olor afrutado y ligeramente picante
10	<i>Hydnum repandum linn</i>	De 23 a 70	Plano convexo a veces con el centro deprimido, margen recto a ondulado	Blanquesino a naranja pálido	No	Lisa	Borde entero

Continuación de la tabla I.

No.	Nombre	Tamaño del sombrero, en milímetros	Forma	Color	Escamas	Superficie	Otras características
11	<i>Laccaria laccata</i>	15 a 52	Plano convexo, centro deprimido, margen incurvado	Café naranja a beige	No	Surcada	Borde entero
12	<i>Lactarius deliciosus</i>	De 25 a 150	Plano convexo con el centro deprimido a infundibuliforme, margen incurvado a decurvado a veces levantado	Café naranja que se tiñe de verde oscuro	No	Lisa a cerosa	Borde entero
13	<i>Lactarius Indigo</i>	De 40 a 95	Plano convexo a infundibuliforme, margen decurvado ha levantado	Azul verdoso	No	Zonada, cerosa, húmeda	Borde desgarrado
14	<i>Neolentinus ponderosus</i>	De 47 a 205	Convexo a plano, margen incurvado a recto	Beige a café naranja	Si, radialmente acentuándose hacia el borde, de color café oscuro a café claro	Seca	Borde entero, cutícula desprendible
15	<i>Pleurotus djamor</i>	De 20 a 55	Plano convexo, margen decurvado a lobulado	Blanco a grisáceo	No	Lisa y húmeda	Borde entero

Continuación de la tabla I.

No.	Nombre	Tamaño del sombrero, en milímetros	Forma	Color	Escamas	Superficie	Otras características
16	<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	De 42 a 56	Plano convexo, margen lobulado	Blanquecino amarillento a café, traslúcido hacia el margen	No	Húmeda gelatinosa, grumosa	Borde entero
17	<i>Russula brevipes</i> Peck	Hasta 150	De plano a convexo, con centro deprimido a infundibulifor	Blanco a amarillento, con algunas zonas café claro distribuidas irregularmente	No	Húmeda, lisa a levemente fibrilosa	Borde entero, cutícula no desprendible
18	<i>Schizophyllum commune</i>	De 3 a 30	Espatulado a semi circular, margen ondulado	Blanco a grisáceo	No	Cubierta por vellosa	Contexto de 1 mm de grosor, lleno, color café, consistencia fibrosa
19	<i>Tremella lutescens</i>	Hasta 60	Gelatinoso lobulado	Ambar y traslúcido	No	Viscosa y húmeda	Contexto gelatinoso color ámbar
20	<i>Volvariella bombycina</i>	De 132 a 151	Convexo a plano, centro embonado en adultos, margen incurvado a recto	Amarillo pálido, blanquecina hacia el centro, en adultos puede tornarse de color café al igual que los pelos.	No	Seca, hirsuta	Borde hirsuto

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Características de especies comestibles propias de Guatemala

La distribución de las especies en el territorio guatemalteco radica en la presencia de condiciones climatológicas como humedad, temperatura del ambiente, oxígeno, la cantidad de luz solar y la presencia de sustratos óptimos para su crecimiento, este conjunto permite la reproducción de setas en sus diferente especies descomponiendo la materia orgánica absorbiendo los nutrientes que ningún otro ser vivo utiliza para su reproducción. Guatemala se compone de un variado relieve montañoso que alcanza los 4 220 metros sobre el nivel del mar dando lugar a la existencia de ecosistemas variados.

En Guatemala existe consumo heredado por tradición de hongos como el *Anac ate* y el Hongo de San Juan, lo cual es notorio en la población campesina de aquellas áreas rurales de Guatemala donde se acostumbra la recolección de hongos comestibles que crecen en forma natural en épocas estacionales del año de mayor humedad ambiental. Dada esta tradición micófaga de hongos silvestres nativos, la necesidad de incrementar procesos alternativos de producción de alimentos con alto valor nutricional y el compromiso de recuperar, desarrollar, divulgar y puesta en marcha de los conocimientos científicos y tecnológicos de los pueblos indígenas, enmarcado dentro de los Acuerdos de Paz sobre la Identidad y Derechos; es pertinente enfocar esfuerzos a fin de promover la investigación y difusión de tópicos relacionados con este recurso natural.

Cultivar hongos es un arte y como tal requiere conocer técnicas de manejo integral, que abarquen el proceso de cultivo y aspectos relacionados con la comercialización. Existe información técnica y experiencias realizadas por productores, emprendedores e investigadores que amerita aprovecharse,

evaluarse y adaptarse para uso individual o colectivo. La detección de las especies y cepas que mejor se adapten y que presenten calidad nutritiva, cualidades gastronómicas y eficacia en la micorrización de planta forestal, permitirán, junto a la aplicación de las tecnologías adecuadas, aprovechar las oportunidades que depara el crecimiento de la demanda de productos alimenticios y la necesidad imperativa de hacer uso sostenido y sustentable de los recursos naturales.

2.2.2. Especies comestibles propias de Chimaltenango

Calificar a una especie de hongo propia de un lugar o ecosistema es imposible debido a la distribución de este recurso y su estudio profundo a nivel nacional. Chimaltenango es el departamento con mayor diversidad, para el cual han sido reportadas como comestibles un total aproximado de 58 especies de hongos, distribuidas en los municipios como Tecpán Guatemala, San Juan Comalapa, Patzún, San Martín Jilotepeque y la cabecera departamental.

“De ese total, aproximadamente 40 especies han sido reportadas en Tecpán Guatemala, constituyéndose así en el municipio con mayor diversidad en Guatemala”.² El dato anterior favorece el esfuerzo de la Asociación Sotz’íl para contribuir e implementar proyectos que generen beneficios económico-sociales a las comunidades enfocando e incentivando la producción artesanal de hongos fuera de temporada.

Chimaltenango es el departamento con mayor diversidad, para el cual han sido reportadas como comestibles un total aproximado de 58 especies de hongos, distribuidas en municipios como Tecpán Guatemala, San Juan

² ARDÓN LÓPEZ, Carlos Esduardo. *La producción de los hongos comestibles*. Trabajo de graduación de Maestría en Docencia Universitaria con Especialidad en Evaluación Educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, 2007. p 152.

Comalapa, Patzún, San Martín Jilotepeque y la cabecera departamental. Es importante hacer mención de que la comestibilidad de los hongos reportados hasta el momento, se ha establecido con base a dos criterios de inclusión:

- Que la especie sea utilizada como tal por las personas de las comunidades.
- Que esta sea objeto de venta en los mercados locales.

Resulta de interés la diversidad de hongos comestibles que se desarrollan en el país, así como las variaciones entre las especies que se consumen en una comunidad con relación a otras. Existen especies que son utilizadas como alimento en algunos lugares, mientras que en otros son consideradas como no comestibles, tal es el caso de *Lactarius indigo*, una especie muy popular por su comestibilidad en el centro y norte del país, sin embargo, en el municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, dicha especie es considerada como no comestible. También en los municipios de Cajolá y San Miguel Sigüila, Quetzaltenango, existen en abundancia las especies *Cantharellus cibarius*, *Hydnum repandum*, *Laccaria amethystina*, *Boletus edulis* y *Boletus pinophilus*, entre otros y son considerados no comestibles.

2.2.3. Producción de semilla en Guatemala

Anteriormente se describió que los hongos pueden reproducirse de dos formas sexual y asexual, para efectos de estudio toma importancia la forma de reproducción asexual, la fragmentación del cuerpo fructífero genera que cada fragmento da lugar a un nuevo individuo si se coloca sobre un substrato óptimo para que forme un nuevo micelio, siendo de esta manera la forma más común de reproducción de inóculos.

En el departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) desde el año 2011 se produce inóculo *in vitro* de algunas especies de hongos, que se pueden obtener de forma fácil ideal para nuevos productores. Dicha facultad posee un programa de capacitación que imparte a pequeños productores y emprendedores de cultivo de hongos.

Generalmente para reproducir el hongo se utilizan substratos que facilitan la propagación del micelio como maíz, trigo, arroz, cebada, soya, entre otros, sometidos a previo tratamiento y bajo condiciones de laboratorio para evitar la contaminación de la semilla. Cada productor puede producir su propia semilla pero al no ser manipulada la sepa seleccionada para reproducirla de manera adecuada se corre riesgo de que el inóculo se contamine a una escala microbiológica generando resultados inesperados en la producción de hongos, por lo que es más recomendable obtener la semilla producida en un laboratorio.

La otra forma de reproducción de hongos es por esporas. Los hongos poseen unas células madre localizadas en el himenio que son las encargadas de producir las esporas. Si la espora se deposita en un lugar cuyas condiciones sean favorables dará origen al micelio. Este crecerá bajo el suelo o entre la hojarasca, se ramificará y se entremezclará con los micelios de otras esporas. En el terreno donde la humedad y las condiciones del medio sean óptimas crecerá una nueva seta.

2.3. Hongos ostra (*Pleurotus Ostreatus*)

En el caso de *Pleurotus Ostreatus*, se tiene conocimiento que, al menos en el medio guatemalteco, la pulpa de café y el rastrojo de trigo, son dos materiales lignocelulósicos que reúnen las características físicas y químicas

apropiadas para su cultivo. Sin embargo, el cultivo de este hongo no está limitado únicamente a zonas donde su disponibilidad es abundante y continua.

Hay otras regiones con condiciones climáticas favorables donde puede ser cultivado pero que plantean el problema de escasa disponibilidad o inexistencia de pulpa de café y rastrojo de trigo que incrementan el capital inicial de inversión para su cultivo. Ello implica la necesidad de evaluar fuentes que puedan ser empleadas como sustratos, dada su abundancia y/o disponibilidad, y sobre todo por poseer características de fácil biodegradación y sustentabilidad.

Si bien es cierto que el cultivo artesanal de *Pleurotus Ostreatus* representa un sistema alternativo para obtener ingresos económicos y mejorar los hábitos de consumo alimenticio dado que sus proteínas poseen valor nutritivo más alto que las proteínas de plantas, con calidad cercana a la proteína animal, el valor nutritivo de los hongos es muy variable aún entre las mismas especies, diferencias que generalmente son inducidas por factores ambientales, el tipo de sustrato sobre cual crecen y/o factores inherentes a las características propias del material genético de la cepa. Por ello, la producción de setas de *Pleurotus Ostreatus* en diferentes sustratos podría influir en el contenido de proteína y oscilar entre 10,5 y 35 % del peso seco.

El principal hongo que puede competir con el género *Pleurotus* es el hongo *teleraño* (*Dactyliun 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. 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 2 % o una solución de Benomil, las zonas afectadas. También se puede emplear *Zineb*, *Mancozeb*, *Carbodazin* o *Theabendazol*.

Figura 8. **Hongos ostra**



Fuente: elaboración propia.

2.3.1. **Características**

Este hongo ha sido durante mucho tiempo uno de los favoritos de los cultivadores de hongos, debido a su rapidez de crecimiento, y a su facilidad de cultivo. Desde el punto de vista evolutivo, este hongo ha sido exitoso, ya que ha desarrollado la capacidad de descomponer una gran variedad de especies de árboles, y materiales de desecho de algunas actividades agroindustriales, como lo son la paja y la pulpa de café.

“De aproximadamente 70 especies de *Pleurotus* que han sido registradas a nivel mundial, *Pleurotus Ostreatus* es la especie más importante, de la cual

muchas cepas comerciales son desarrolladas y cultivadas.”³ Es un hongo que en Guatemala se conoce como comestible, por algunas comunidades indígenas como *Ocox* término que utilizan para identificar a los hongos indistintamente de su especie, caracterizado por la forma de la seta parecida a un sombrero liso más o menos redondo semejante a la forma de una ostra o concha, cuyo tamaño se puede encontrar dentro del rango de cinco a quince centímetros de diámetro, su color puede observarse entre grisáceo y tonos metálicos con laminillas de color blanco.

En su hábitat natural se reproducen en troncos de árboles o madera en proceso de descomposición, generalmente crecen en grupos, cada seta unida a la otra con el pie muy corto y mal formado totalmente lateral, sus laminillas se forman radialmente desde el pie hasta el borde del sombrero dentro de las cuales se forman las esporas cuya función es la reproducción del hongo.

Los carpóforos de *Pleurotus Ostreatus* no presentan anillo ni volva. El píleo o sombrero es de 5 - 25 centímetros de expansión, en forma de ventilador, ampliamente convexo y algunas veces casi plano en la madurez; de margen lobulado ha ondulado, especialmente cuando es joven; la superficie es lisa, de color blanca a café grisáceo; la carnosidad es blanca y con olor a anís. La lamela está formada por agallas decurrentes de color blanco, amarillentas en estado avanzado de desarrollo, no pubescentes.

El estípote constituye el pie, el cual es a menudo ausente, cuando se presenta es corto y grueso, de 0,5 a 3,0 centímetros de longitud, 0,5 a 2,0 centímetros de espesor, excéntrico o lateral con pelos blancos y densos en la base. Se cree que *Pleurotus Ostreatus* es una especie compleja.

³ GAITAN HERNÁNDEZ, Rigoberto. *Evaluación in vitro del hongo comestible Pleurotus eryngii; Efecto de diferentes suplementos orgánicos en el crecimiento micelial y producción de cuerpos fructíferos*. Revista mexicana de micología 21, 2005. p 2.

Figura 9. *Pleurotus Ostreatus*



Fuente: elaboración propia.

Pleurotus Ostreatus se caracteriza por sus propiedades organolépticas, reflejada en su aspecto, aroma agradable, utilización para la elaboración de numerosos platos, su contenido de ácido ascórbico, vitaminas B1, B2 y D, y minerales indispensables como el calcio, fósforo, potasio y hierro, y su bajo contenido en grasas, carbohidratos y sodio, lo que lo hacen valioso contra padecimientos cardiovasculares e hipertensión.

2.3.2. Generalidades del cultivo

El hongo ostra recientemente se ha conocido por su alto nivel de adaptación para reproducirse en materiales lignocelulosos previamente tratados, la lignina y la celulosa son azúcares que se encuentran disponibles en

la materia muerta, se realizan procesos previos en los materiales para garantizar la mayor inocuidad en el proceso de producción y la obtención de producto de calidad bajo condiciones ambientales controladas. Puede producirse industrialmente y de forma artesanal en un proceso simple proveyéndole las condiciones básicas para su crecimiento, actualmente se dice que el hongo ostra es una especie domesticada.

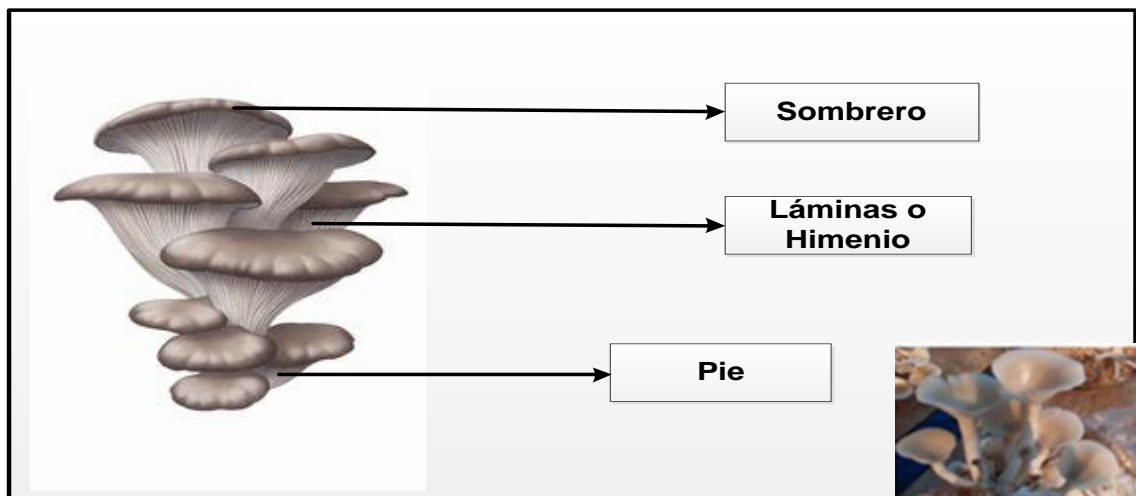
Una cualidad muy importante del hongo ostra es la capacidad de degradar una amplia variedad de substratos, se ha demostrado que el hongo ostra se puede cultivar eficazmente en residuos agroindustriales que se obtienen como productos secundarios de las principales actividades agrícolas del medio. Por ejemplo en el departamento de Chimaltenango predomina el cultivo del maíz del cual se obtienen productos secundarios como: olote o xilote de maíz, tusa, hoja de maíz, se produce también café, del cual se obtiene la bora de café, caña de azúcar de la cual se puede aprovechar el bagazo, desperdicios del trigo, de las maderas el aserrín, entre otros, sin descartar que en toda Guatemala se producen desechos agroindustriales muy diversos.

Las iniciativas de cultivar este hongo no solo se realizan en Guatemala sino que hay esfuerzos en todo el mundo para darle auge a la producción industrial de esta especie, aunque en Guatemala no se conocen esfuerzos aún del cultivo industrializado de hongos ostra, existen iniciativas en comunidades que cultivan hongos para suplementar su dieta y para fines comerciales a baja escala en mercados, sin embargo, son procesos de producción que carecen de lineamientos técnicos y procesos bien definidos que servirían para mejorar significativamente estos esfuerzos.

2.3.3. Clasificación y morfología

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.

Figura 10. **Morfología del hongo *Pleurotus Ostreatus***



Fuente: elaboración propia.

La diversidad del género *Pleurotus* abarca al menos 30 especies, entre ellas, *Pleurotus djamor*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus sajor-cajou*, *Pleurotus citrinopileatus* y *Pleurotus Ostreatus*.

En la siguiente tabla la clasificación taxonómica de *Pleurotus Ostreatus* desde su reino a su nombre.

Tabla II. **Clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus Ostreatus***

Reino	Fungi
Filo	Basidiomycota
Clase	Homobasidiomycetes
Orden	Agaricales
Familia	<i>Pleurotaceae</i>
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>P. Ostreatus</i>
Nombre binomial	<i>Pleurotus Ostreatus</i>

Fuente: elaboración propia.

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.

Un estudio de perfil de aminoácidos a una serie grande de hongos entre los que se encuentra *Pleurotus Ostreatus*, en conclusión las setas contienen todos los aminoácidos esenciales que comprenden del 25 al 40 por ciento del total. La siguiente tabla muestra que las setas de este hongo contienen lisina, leucina y valina, con 72,09, 71,57 y 51,28 miligramos por gramo de proteína cruda (N^o4,38), respectivamente.

Tabla III. **Contenido de aminoácidos en *Pleurotus Ostreatus***

Aminoácido Esencial	mg/g	Aminoácido no esencial	mg/g
Isoleucina	43,32	Alanina	64,15
Leucina	71,57	Arginina	70,70
Lisina	72,09	Ácido aspártico	120,50
Metionina	21,16	Ácido glutámico	211,33
Tirosina	35,96	Glicina	47,45
Treonina	51,25	Cistina	16,40
Valina	51,28	Prolina	30,55
Triptófano	19,61	Serina	48,36
Histidina	28,60	Fenilalanina	51,10

Fuente: elaboración propia.

La especie *Pleurotus Ostreatus* morfológicamente se compone de las mismas partes que cualquier otro hongo del filo *Basidiomycota* siendo las siguientes: sombrero, láminas, anillo, pie y micelio.

2.4. Substratos óptimos para el cultivo 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. Se le llama sustrato en la producción de hongos a todo aquel material o materia prima que se utiliza para base en la siembra de hongos, para la producción de *Pleurotus Ostreatus* se pueden utilizar como sustratos todos los vegetales o desechos de los mismos, pajas de cereales, desperdicios de madera, viruta o aserrín, paja de arroz, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café, rastros de maíz y de frijol, fibra de coco, desechos del algodón, entre otros.

Para la producción de hongos la selección del sustrato debe realizarse en función de que este cumpla con las condiciones mínimas que garanticen una producción exitosa, por ejemplo Chimaltenango es un departamento en el que sobresale la agricultura como actividad económica principal y los productos más cultivados entre otros están: maíz, frijol y café, y otros a menor escala. De acuerdo a lo anterior será de fácil alcance utilizar un sustrato que se obtenga derivado de estos productos, ya que permiten que sean económicamente accesibles de fácil localización que su escasez sea mínima, y que genere el menor costo de recolección y transporte.

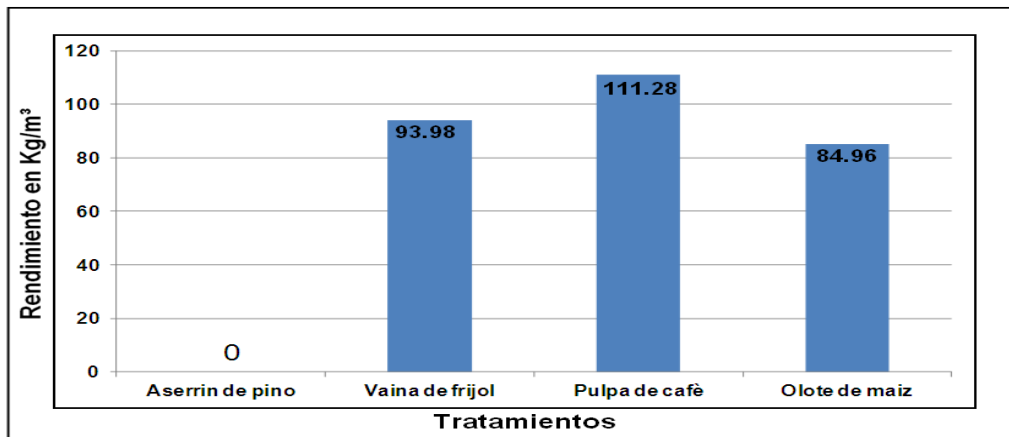
La preparación del sustrato consistirá en facilitarle al micelio los nutrimentos en forma más accesible para que se realice un rápido crecimiento del hongo. Esta fase de la preparación del sustrato comprende varios métodos, y el cual dependerá del sustrato que se trabaje. Dentro de esos métodos están: la fermentación, en el caso de la pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, entre otros, el secado y la fracturación o quiebra, en el caso de cáscaras, olote de maíz, pajas de gramíneas, entre otros, 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.

Otros criterios para la selección del sustrato adecuado es la facilidad del manejo del sustrato, su ciclo de vida, la cantidad de nutrientes que posee, la capacidad para retener humedad, la capacidad de soportar tamaños de lotes grandes en almacenamiento sin presentar cambios biológicos entre otros. Un sustrato óptimo es aquel que reúne todas las características anteriores y que además presenta una eficiencia biológica alta.

La eficiencia biológica es la relación que existe entre medida del peso fresco de los hongos producidos y el peso seco del sustrato. Un sustrato con una eficiencia biológica alta significa que produjo una cantidad máxima de hongos con una cantidad determinada del mismo en comparación con otros sustratos que con la misma cantidad producen una cantidad menor de hongos.

Algunos autores han experimentado y evaluado las eficiencias de una variedad de sustratos, con la finalidad de identificar a los que presenten mayor eficiencia biológica para ser utilizados en la producción de hongos a gran escala. Específicamente de la especie *Pleurotus Ostreatus*, Sosa Leiva. 2012 evaluó los resultados de las eficiencias biológicas de cuatro sustratos en la producción de hongos ostra, de lo cual obtuvo resultados expresados en kilogramos sobre metro cubico que se observan en la gráfica siguiente:

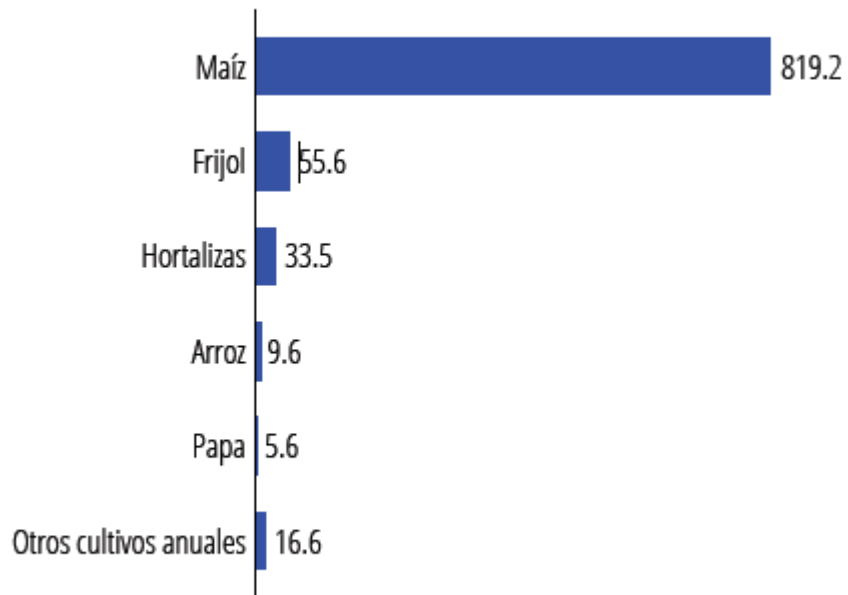
Figura 11. Prueba de Tukey sobre cuatro tipos de sustratos y su efecto sobre el rendimiento en kg/m³, del hongo comestible ostra (*Pleurotus Ostreatus*)



Fuente: SOSA LEIVA, Oscar Ovidio. Evaluación de cuatro sustratos para la producción artesanal del hongo ostra (*Pleurotus Ostreatus*), bajo condiciones controladas, en el municipio de La Unión, Zacapa.

Evidentemente los resultados del análisis muestran que el mejor sustrato para el cultivo de *Pleurotus Ostreatus* es la pulpa de café, seguida por la vaina de frijol y por último con una eficiencia biológica aceptable, está el olote de maíz. Según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014, realizada por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, el cultivo de maíz a nivel nacional abarca una superficie de 819 227 hectáreas, el frijol con 56 638 hectáreas y el cultivo de hortalizas 33 526 hectáreas del total de la superficie utilizada para la agricultura, a estos tipos de cultivo les denomina cultivos anuales.

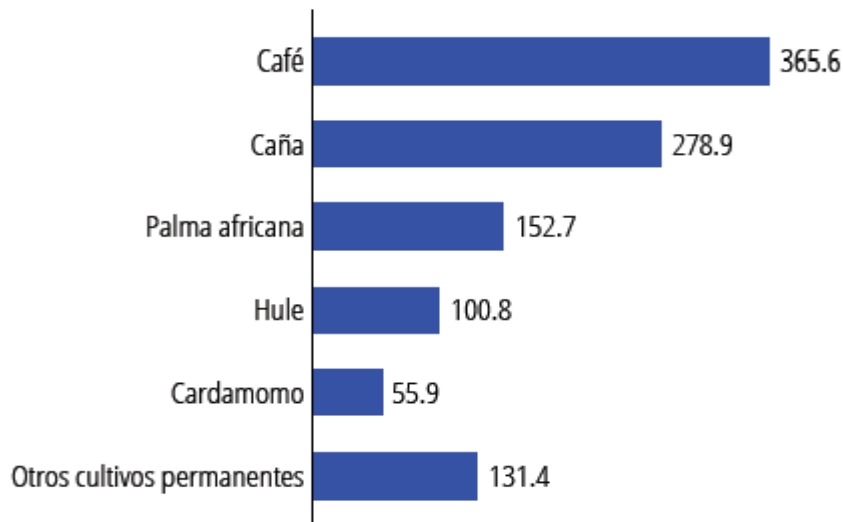
Figura 12. **Superficie por tipo de cultivo anual a nivel nacional, en miles de hectáreas**



Fuente: Encuesta Nacional de Agricultura 2014.

Otros tipos de cultivos denominados permanentes ocupan una buena parte de la superficie agrícola guatemalteca como el café, la caña, palma africana, hule, cardamomo entre otros cultivos que se pueden observar en la siguiente figura.

Figura 13. **Superficie cultivada por tipo de cultivo permanente a nivel nacional, en miles de hectáreas**



Fuente: Encuesta Nacional de Agricultura 2014.

Es importante observar que la superficie agraria cultivada de maíz supera por mucho a las superficies cultivadas de café y frijol mismos que presentaron las mejores eficiencias en la evaluación de substratos. Por lo tanto es factible llevar a cabo el diseño del sistema artesanal de producción de hongo ostra utilizando como substrato el olote o xilote de maíz por su disponibilidad abundante, y además porque presenta una eficiencia biológica aceptable y se usa este subproducto del maíz que usualmente en las comunidades no utilizan o lo hacen para quemarlo.

2.5. Plagas, enfermedades y contaminaciones

Son las principales complicaciones que se deben prever para cultivar hongos debido a que en todo su proceso interactúan factores ambientales y procesos que descomponen y cambia la materia prima, siendo lugar propicio para la germinación de plagas y enfermedades, la forma de evitar cualquier tipo de contaminación es buscar que se alcance la total inocuidad durante todas las fases del proceso.

2.5.1. Dípteros

Las moscas y los mosquitos son las principales amenazas en esta clasificación debido a que son portadores de una gran serie de enfermedades infecciosas que pueden afectar directamente el proceso. 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 mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila*, y moscas del género *Megaselia*.

Para el control de colémbolos y dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, entre otros. También pueden emplearse distintos insecticidas como: *diazinon* o *maltion* en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con *endosulfan* o *dicloros*, entre otros.

2.5.2. Hongos

En esta clasificación sobresalen los mohos los cuales infestan los substratos para obtener los nutrientes causando efectos severos, estos pueden anular la fructificación del micelio.

Los hongos son organismos diferentes a los del reino vegetal y animal. Pertenecen al reino Fungi, poseen células eucarióticas y pared celular con quitina, son heterótrofos y carecen de clorofila. Estos organismos incluyen desde formas microscópicas, como los mohos y las levaduras, hasta formas macroscópicas, el cuerpo fructífero, que la gente identifica normalmente como hongo. Dependiendo de la forma como obtienen sus nutrientes, los hongos se clasifican en parásitos, saprófitos y micorrícicos.

Los primeros consumen plantas o animales vivos, los segundos digieren células y tejidos muertos, conocidos también con el nombre de hongos lignocelulósicos o de pudrición blanca. El tercer grupo de hongos, menos numerosos que los anteriores, son los que establecen relaciones simbióticas con las raíces de las plantas llamadas micorrizas, en la cual, tanto el hongo como la planta se benefician.

2.5.3. Bacterias

La contaminación bacteriana a la que son propensos los hongos dependen más de la manipulación de las fructificaciones que del proceso de crecimiento, puede contaminarse en el proceso de cosecha, manipulación, refrigeración o traslado a su consumidor final.

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-parduzco o anaranjados, acaban pegajosos y si la temperatura y la humedad son altas se pudren pronto y huelen mal.

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.

2.6. Consumo tradicional

La forma de consumir hongos en las comunidades de Guatemala se asocia al hecho de agregarlos a la diversidad de alimentos que se pueden preparar, o simplemente consumirlos preparándolos fritos, asados o cocinados al vapor depende de la diversidad gastronómica de cada una. Es considerado un alimento de alta calidad para consumo humano, con sabor y textura apreciable y sobre todo por su valor nutritivo.

En Guatemala existe consumo heredado por tradición de hongos como el Anacate y el Hongo de San Juan, lo cual es notorio en la población campesina de aquellas áreas rurales de Guatemala donde se acostumbra la recolección de hongos comestibles que crecen en forma natural en épocas estacionales del año de mayor humedad ambiental.

Dada esta tradición micófaga de hongos silvestres nativos, la necesidad de incrementar procesos alternativos de producción de alimentos con alto valor

nutricional y el compromiso de recuperar, desarrollar, divulgar y puesta en marcha de los conocimientos científicos y tecnológicos de los pueblos indígenas, enmarcado dentro de los Acuerdo de Paz sobre la identidad y derechos; es pertinente enfocar esfuerzos a fin de promover la investigación y difusión de tópicos relacionados con este recurso natural.

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.

Figura 14. **Cultivo de hongo ostra**



Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA CREAR EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HONGOS OSTRA (PLEUROTUS OSTREATUS)

3.1. Recursos materiales del proceso

Son todos los materiales necesarios para completar el proceso de producción, por muy mínimos que sean o poco necesarios pueden mostrar efectos considerables en los resultados finales, estos abarcan desde materia prima, instalaciones, herramientas, equipo de operarios hasta el equipo necesario para los procesos, la consideración e inclusión de todos es básico. Es la materia prima, materiales auxiliares, cristalería, reactivos y equipos utilizados en el desarrollo adecuado de la parte experimental del proyecto de investigación.

3.2. Materia prima

La materia prima constituye el recurso necesario para el proceso que será transformado o sufrirá cambios siguiendo un procedimiento establecido con el objeto de obtener un producto final en este caso hongos ostra. Para el proceso de producción artesanal de hongos ostra que pretende impulsar la Asociación Sotz'íl en las comunidades, la materia prima consiste en el substrato y el inóculo de la especie *Pleurotus Ostreatus*, para los cuales se desarrollará el proceso, tratamiento y el diseño en general.

El olote de maíz es de fácil obtención en el medio y el inóculo de la especie se puede obtener con productores artesanales de inóculo como el de la

colonia 29 de diciembre de la aldea Agua Dulce, municipio de Zaragoza del departamento de Chimaltenango, que recibió capacitación del departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), para el aprendizaje y manejo de la semilla, por la accesibilidad para obtenerlo céntrico en referencia al departamento de Chimaltenango.

3.2.1. Substratos óptimos para el cultivo

Para la producción de hongos ostra en este diseño como sustrato óptimo se seleccionó el olote de maíz, que se puede obtener fácilmente como producto secundario del cultivo del maíz, abundante en Chimaltenango, aunque no se descarta que se pueden generar nuevas propuestas para diseñar procesos con otros sustratos que también poseen una eficiencia biológica alta y queda a criterio de la asociación, utilizar otro tipo de sustrato dependiendo de la comunidad en donde será implementado el diseño, aunque se prevé que los resultados serán mejores cuando la disponibilidad de la materia prima no sea un obstáculo para completar los ciclos de nuevos procesos.

La determinación de la composición de sustratos se realiza a través del análisis bromatológico de alimentos. Cuando una muestra de alimento es colocada en horno a una temperatura de 105 grados centígrados hasta obtener peso constante, el agua se evapora y el alimento seco restante se llama materia seca. En sus etapas inmaduras las plantas contienen 70-80 por ciento de agua 20-30 por ciento de materia seca. Sin embargo, las semillas no contienen más de 8 al 10 por ciento de agua.

La composición nutricional de los alimentos es comúnmente expresada como porcentaje de materia seca (% MS) o como gramos de la fracción por cien

gramos de peso seco del alimento (g/100g), en lugar de porcentaje del alimento fresco, porque la cantidad de agua en los alimentos es muy variable y el valor nutritivo es más fácilmente comparado cuando se expresa sobre la base de materia seca.

La materia seca de un alimento puede ser dividida en materia orgánica e inorgánica. Compuestos que contienen carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N) son clasificados como orgánicos. Los compuestos inorgánicos o minerales son los demás elementos químicos, calcio, fósforo entre otros. Cuando una muestra es colocada en un horno y mantenida a 550 grados centígrados por 4 horas la materia orgánica es quemada y la materia restante es la parte mineral, llamada ceniza. En las plantas, el contenido de minerales varía entre 1 a 12 por ciento. Los forrajes usualmente contienen más minerales que las semillas o granos. Los subproductos de animales que contienen hueso pueden tener hasta 30 por ciento de minerales, principalmente calcio y fósforo.

Del sustrato residual se puede obtener abono orgánico mediante procesos de composteo y vermicomposteo para la producción de plantas y hortalizas; dado el efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos. Esta alternativa de producción ha sido explotada con éxito desde hace mucho tiempo en otros países, principalmente en Asia, donde se ha desarrollado toda una tecnología para la producción y conservación de los hongos comestibles como el champiñón, el Hongo Ostra y el *Shiitake*.

Figura 15. **Substrato óptimo para el cultivo**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Cantidad estimada del substrato

Para determinar la cantidad estimada del substrato es necesario tomar en cuenta primero la cantidad de olote de maíz utilizada en cada ciclo productivo, la cantidad de olote de maíz que se desea tener como reserva almacenada y la cantidad de materia prima que se desecha por desperdicios o contaminación. Se podrá estimar de acuerdo a la capacidad productiva que la Asociación Sotz'il desea implementar, si difieren a las especificaciones del presente diseño.

El sustrato es el material que aprovechan los hongos para su alimentación y posterior fructificación. Las propiedades físico-químicas de un sustrato determinan que hongos y que microbios pueden crecer sobre él. Es importante mencionar que algunos hongos pueden usar un rango amplio de sustratos, mientras que otros son muy selectivos. La selectividad de un sustrato depende de los nutrientes disponibles en él, su acidez, la actividad microbiana que soporta, su capacidad de aeración, su contenido de agua, entre otros.

Si los nutrientes de un sustrato están fácilmente accesibles para el hongo, la producción será mayor, aunque el riesgo de contaminación también incrementa. A veces es mejor emplear sustratos con menos nutrientes en lugares donde existe riesgo de contaminación. La producción podrá ser acaso menor, pero la contaminación también lo será.

Debido a la diversidad de sustratos sobre los cuales pueden crecer los hongos comestibles, es posible aprovechar diversos materiales lignocelulósicos dependiendo de su disponibilidad en diferentes regiones: pajas de gramíneas trigo, jaragua, cebada, avena, maíz, pulpa de café, bagazo de caña, olotes de maíz, aserrín de encino, rastrojo de frijol, lirio acuático, fibra de coco, entre otros.

El sustrato para el cultivo es una composta obtenida a través de un proceso fermentativo de materiales lignocelulósicos, activado con fuente de nitrógeno que proporciona al hongo una selectividad química, 2 a 3 por ciento de nitrógeno y C/N =16 -19 y una selectividad biológica bacterias, actinomicetos y hongos termófilos.

Por analogía con este proceso, se ha intentado producir sustratos para el cultivo de *Pleurotus Ostreatus*, el cual puede crecer en medios nutritivos con una

relación C/N comprendida entre 30 y 300, pero necesita una selectividad biológica *microbiot* protectora y no competidora. Por lo indicado anteriormente, se comprende que con una relación C/ tan versátil, amplia gama de productos vegetales o combinaciones de dos o más de ellos, pueden ser utilizados para el cultivo de *Pleurotus Ostreatus*.

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, entre otros. El secado y la fracturación o quiebra en el caso de cáscaras, olote de maíz, pajas de gramíneas, entre otros, 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.

Principales sustratos empleados para el cultivo de *Pleurotus Ostreatus*: 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 *Pleurotus Ostreatus*. Puede ser utilizada en fresco, sin embargo, se recomienda fermentarla durante 5 días, lo cual se hace apilándola en montaña construida de montones de ese material 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.

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.

3.3. Material de empaque

La función principal del material de empaque para un producto destinado al consumo humano es garantizar la inocuidad de su contenido tomando en cuenta que el producto terminado es sometido a manipulación, transportes, almacenaje, temperaturas y una serie de factores ambientales que pueden alterar su composición.

3.3.1. Materiales artificiales de empaque

Actualmente la tecnología permite que exista gran variedad de materiales de empaque, que se adaptan a las necesidades de cuidado que se le quiera dar al producto entre ellos se pueden mencionar:

- Empaques de papel y sus derivados
- Empaques de plástico
- Empaques de vidrio
- Empaques metalizados
- Empaques fabricados de alguna combinación de los anteriores

Estos tipos de empaques pueden ofrecer las siguientes ventajas:

- Visibilidad del producto
- Algunos pueden ser reutilizables
- Pueden ofrecer impermeabilidad
- Pueden aislar el producto en un 100 % a factores como luz, aire, temperatura y otros factores ambientales.
- Rigidez o flexibilidad

Aunque este tipo de materiales poseen dos desventajas que están en contra de la etimología maya en cuanto a la protección manejo y conservación de los recursos naturales y que además apoya la Asociación Sotz'íl que son: la dificultad para reciclarse y el efecto que causan sobre el medio ambiente cuando no se desechan correctamente. Por lo que quedará a criterio de la Asociación Sotz'íl utilizar alguno de estos materiales.

Lo ideal es contar con un ambiente pequeño o laboratorio, aislado de los insectos, de acceso restringido para que pueda asearse y desinfectarse fácilmente antes de ser empacado. Es recomendable el uso de bata y mascarilla para aumentar las precauciones, autoclave u olla de presión, campana de flujo laminar o en su defecto una cámara de transferencia confeccionada con dos orificios para guantes por el frente, cubierta superior de

vidrio grueso, con lámpara pequeña o tubo fluorescente de luz ultravioleta en su interior para realizar el proceso de empaque.

3.3.2. Otros tipos de materiales de empaque

En el medio comunitario rural a nivel de Guatemala, los mercados son la principal conglomeración de comerciantes en los cuales se venden productos de la canasta básica y otros productos de primera necesidad, la mayoría de estos comerciantes son los mismos productores que venden sus cosechas o bienes fabricados manualmente.

Esta diversidad de productos permite apreciar una diversidad de materiales que utilizan para empacar otros bienes, por ejemplo para productos alimenticios los más comunes son la tuza u hoja de maíz y la hoja de maxán o como comúnmente se le conoce hoja de tamal.

Estos materiales podrían ser bien utilizados para empacar los hongos ostra que se produzcan debido a que son biodegradables y no afectan el medio ambiente al desecharlos. Debe considerarse que la inocuidad de los alimentos se debe mantener sobre cualquier otro factor cuando se manipulan y aún más importante si el fin es comercializar los productos alimenticios, lo cual no se garantiza con los materiales anteriormente mencionados o sus similares. Estos presentan las siguientes desventajas:

- No ofrecen ningún tipo de protección mecánica al producto debido a que son blandos.
- No aíslan el producto de las condiciones ambientales como oxígeno, luz, humedad, insectos entre otros.

- Por ser materiales biodegradables, ya se encuentran en un proceso de descomposición.
- Pueden necesitar tratamientos previos a su utilización

Queda a criterio de la Asociación Sotz'íl, el material de empaque a utilizar en la implementación del diseño.

3.4. Recursos físicos del proceso

El conjunto de bienes tangibles que se utilizan durante cualquier proceso incluyendo maquinaria, herramienta e instalaciones es denominado recurso físico, para el proceso de producción de hongos ostra de forma artesanal que pretende implementar la Asociación Sotz'íl, se describen los recursos físicos básicos necesarios, que generalmente se utilizan en el medio o que facilitan su adquisición y su manejo es conocido y poco complicado. Por ejemplo leña que será necesaria para el proceso de esterilización del substrato juntamente con el agua, cerillos para encender el fuego, bolsas plásticas para la siembra, entre otros.

3.4.1. Herramientas

Una herramienta es un instrumento manual utilizado para realizar una actividad, puede ser de diversos materiales durables en un mediano o largo plazo como por ejemplo hierro, madera, plástico, entre otros. Algunas herramientas pueden ser sometidas a mantenimiento, por ejemplo un machete haciéndole filo, una mesa pintándola, una balanza limpiándola periódicamente entre otros.

Las herramientas en un determinado proceso pueden clasificarse por la función que cumple en cada actividad, con base a lo anterior es importante tomar en cuenta todas las actividades para visualizar la totalidad de las herramientas y evitar que un faltante sea un obstáculo para completar alguna actividad. El resguardo de las mismas se debe establecer bajo un estricto control identificando un lugar apto de permanencia y de fácil acceso.

El operario encargado de la actividad es el responsable del uso, cuidado y resguardo de las herramientas que utiliza, así mismo las herramientas pertenecientes al proceso de cultivo de hongos ostra son exclusivos del mismo por lo tanto el responsable debe evitar su utilización en otras actividades agrícolas.

3.4.2. Equipo

Las condiciones ambientales dependen en gran parte de las características de los locales donde se realiza el cultivo. El hongo se desarrolla perfectamente cuando la temperatura del local es de 12° a 14° C. y la humedad relativa del aire del 75-80 %. Pero el cultivo del hongo puede realizarse siempre que la temperatura del aire esté comprendida entre 8-18° C. y la humedad entre el 70- 90 %.

La temperatura del desarrollo micelar del hongo es de 25° C, deteniéndose el mismo a partir momento en el que se rebasan los 34° C. El contenido en humedad del sustrato debe oscilar entre el 62-67 %. El contenido en CO₂ del ambiente juega un importante papel en la fructificación y es necesario que éste no rebase el 0,1 % para que no haya interferencias negativas. Por ello es necesaria la aireación. Las instalaciones adecuadas para el cultivo del champiñón son cuevas, bodegas, minas, túnel, y en general, todos los sitios

oscuros y frescos que reúnan las siguientes condiciones ambientales, que a su vez pueden considerarse para el cultivo de hongo ostra:

- Temperatura ideal y constante de 12-14° C. En locales con temperaturas inferiores a 10° C, el cultivo va muy lento y la producción es muy baja. Si la temperatura se aproxima a 17-18° C., la producción es abundante, los hongos se desarrollan muy rápidamente, pero el cultivo se agota muy pronto. Si la temperatura supera los 18° C, se producirán deformaciones en los hongos y la incidencia de enfermedades será mayor.
- Se precisará una humedad relativa próxima al 75-80%, por lo que se evitarán lugares muy secos o donde se produzcan encharcamientos.
- La ventilación de los locales debe regularse a voluntad, para adaptarla a las necesidades del hongo durante su desarrollo. La salida del aire debe estar situada de tal forma con respecto a la entrada que evite que se produzcan corrientes de aire que den directamente sobre el cultivo. Se pueden instalar ventiladores o extractores de aire que permitan renovar el aire del local tres o cuatro veces al día.

A continuación se detalla el equipo utilizado en este proceso en laboratorios especializados, como punto de comparación con el equipo que será utilizado en el proceso de producción artesanal de hongos ostra.

- Balanza analítica digital BOECO de 120V
- Plancha de calentamiento con agitación
- Espectrofotómetro GENESYS 10S UV-VIS
- Secador eléctrico de bandejas de contacto directo con flujo transversal, marca PREMLAB.

- Balanza de humedad BOECO de 120V
- Juego de tamices en un rango de núm. 10 y núm. 60
- Licuadora Industrial CROYDON
- Rotavapor BÜCHI modelo R-200/205, incluye condensador vertical de vidrio, con balón concentrador de 1 000 mililitros y balón receptor de vidrio de plástico de 2 000 mililitros con juntas 24/40, sistema de vacío con bomba de vacío marca BÜCHI modelo R- 5000, sistema de enfriamiento con bomba de agua, sistema de baño calefactor que va de 0 a 180 grados Celsius y el sistema de rotación se puede ajustar de 20 a 280 revoluciones por minuto.
- Potenciómetro HANNA pH 211

3.4.2.1. Del Recurso Humano

Durante todo el proceso, el personal involucrado junto a la higiene personal necesita utilizar equipo mínimo que contribuya a la inocuidad del cultivo, el objeto principal es realizar el proceso de cultivo de hongos ostra con la más alta calidad posible tomando en cuenta que el cien por ciento de la producción está destinada para el consumo humano y el hecho de descuidar aspectos pequeños pueden reflejar efectos dañinos serios.

La Asociación Sotz'íl, en el lugar de implementación del diseño debe establecer ante todo el uso obligatorio de este equipo. A continuación se detalla el equipo básico de uso personal para un operario:

- Guantes: deben ser de una calidad para manipular alimentos, se deben utilizar durante todo el proceso de manejo del substrato estéril, el proceso de siembra del inóculo, la cosecha y en todo momento que se este en contacto con el cultivo, para garantizar cualquier infiltración de bacterias o

gérmenes por las manos. Son de uso desechable y la tecnología actual permite que puedan adquirirse biodegradables.

Figura 16. **Guantes para manipulación de alimentos**



Fuente: elaboración propia.

- Mascarilla: utilizada para evitar cualquier tipo de contaminación proveniente de la boca o nariz, durante el proceso de manipulación y siembra de hongos ostra.

Figura 17. **Mascarilla**



Fuente: elaboración propia.

- Redecilla: es un protector para la cabeza, evita que se caigan cabellos en los materiales manipulados durante el proceso, existen de diferentes materiales su uso es personal y debe cambiarse con frecuencia, mantenerse en buen estado.

Figura 18. **Redecilla**



Fuente: elaboración propia.

- Gabacha: además de la buena higiene en la vestimenta del operario se debe utilizar una gabacha limpia para el proceso de cultivo de hongos ostra, la función de esta es aislar cualquier contaminante que provenga de la ropa del operario y que pueda afectar el proceso.

Figura 19. **Gabacha**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2.2. Empaque

El equipo utilizado para el empaque depende exclusivamente del tipo de material a utilizar para el presente diseño no se seleccionó un material de empaque definitivo más bien se dejó abierto al criterio de la Asociación Sotz'íl, su selección, sin embargo, para la mayoría de materiales los equipos son estándar y será fácil adquirir alguno.

3.4.3. Bodegas

Una bodega es un espacio destinado al resguardo o almacenamiento de todo tipo de materiales, suministros, herramientas, productos entre otros, que cumplen una función determinada en un proceso.

Para el presente diseño será necesario almacenar materiales como materia prima, herramientas y producto terminado.

3.4.3.1. Bodega de Materia Prima (BMP)

Para el resguardo de olote de maíz es necesario contar con un espacio adecuado, iluminado y ventilado, condiciones que contribuyen a que se mantenga en buen estado la materia prima, sin embargo, la cantidad de materia prima almacenada no debe exceder de lo necesario para lograr realizar dos producciones continuas debido a que esta deberá permanecer en la bodega lo que dure un ciclo de producción. Al permanecer por más tiempo podría ser un material apto para resguardar insectos o roedores y vulnerable a otros tipos de contaminación.

3.4.3.2. Bodega de Producto Terminado (BPT)

Esta bodega está destinada a resguardar producto que ha completado el proceso de producción, listo para su comercialización o traslado al mercado, en condiciones normales el hongo no puede ser almacenado por más de una semana debido a que su ciclo de vida es pequeño en estas condiciones.

Se considera que la producción de hongos ostra será comercializada o llevada a su destino de consumo de forma inmediata considerando el tiempo que tarda cada ciclo del proceso y la escases de este producto, por lo que es una alternativa para la Asociación Sotz'íl, almacenar el hongo ostra empacado en el cuarto de producción por un período corto de tiempo previo a su traslado.

3.4.4. Instalaciones óptimas

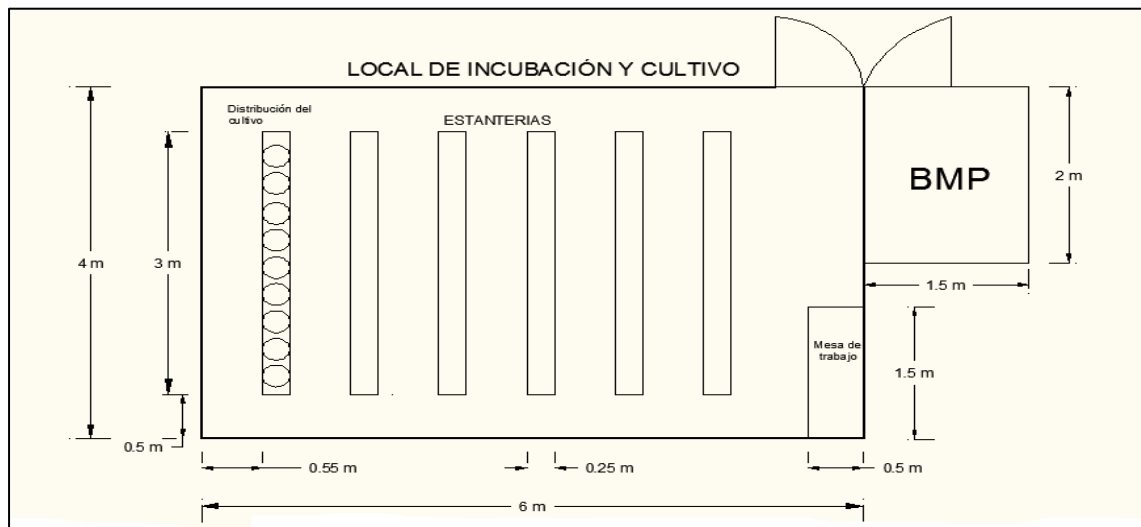
El espacio óptimo necesario para cumplir con los procesos será con las mínimas condiciones de higiene, ventilación, iluminación entre otros, accesibles, y además que sean aptas para resguardar una cantidad de producción

aceptable, sin embargo, se prevé que las instalaciones propuestas no se cuenten en la comunidad seleccionada para su implementación, puede implementarse el diseño adaptando espacios semejantes o a criterio de la asociación crear el espacio propuesto.

3.4.4.1. Diagrama del espacio físico adecuado

Para realizar una producción aceptable se prevé utilizar un área de 24 m² idealmente distribuidos en un largo de 6 metros y ancho de 4 metros y una bodega para materia prima de 3 m². El mismo local será utilizado para la incubación y el cultivo del hongo, para cada proceso se le dará las características necesarias al local. En la figura 20 se muestra el plano que representa toda el área a utilizar, así como la distribución de las estanterías y la mesa de trabajo.

Figura 20. Diagrama del espacio físico



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2007.

Las estanterías para la distribución del cultivo se deben fijar como en el diagrama, esto permitirá la facilidad de trasladarse de un cultivo a otro para verificar las condiciones y el cuidado durante el proceso.

3.5. Recurso humano para el proceso

Un solo operario puede realizar todas las actividades del proceso de producción artesanal de hongos ostra, sin embargo, la colaboración de un operario más contribuiría a la reducción de tiempos en las etapas iniciales. Para el proceso propio que inicia con la siembra del hongo ostra si será necesario nada más un operario, con el objeto de evitar posibles contaminaciones por la mala manipulación de la materia prima de más colaboradores.

Él o los operarios deben cumplir con los criterios de buenas prácticas de manufactura, utilizar ropa adecuada y limpia, además de llevar un estricto control del cuidado e higiene personal. El objeto principal sigue siendo resguardar la inocuidad durante todo el proceso evitar la pérdida de partes de la producción por contaminaciones externas. El operario es el responsable de mantener la limpieza, darle mantenimiento a cada área de trabajo, herramientas y de su equipo personal de trabajo y la Asociación Sotz'íl de supervisar que se cumplan estas normas.

3.6. Descripción del proceso para el cultivo de *Pleurotus Ostreatus*

En esta sección se describen los procedimientos detalladamente para realizar un cultivo de hongos ostra utilizando como substrato el olote de maíz.

3.6.1. Tipo de proceso

El proceso se clasifica dentro de los procesos continuos, aunque su ciclo es por un tiempo largo la materia prima permanece transformándose hasta que se obtiene el producto final, iniciando nuevamente el proceso de un nuevo cultivo.

3.6.2. Actividades del proceso

Son todas aquellas actividades que se necesitan realizar en el proceso de cultivo de hongos ostra, se detallan los procedimientos estándar a seguir con los que se pretende obtener la mayor productividad.

3.6.2.1. Preparación del inóculo

El inóculo o semilla del hongo ostra será comprado, debido a que las condiciones y cuidados necesarios para su producción son especiales y las instalaciones de cultivo que se implementarán no son aptas para su producción, además adquirir la semilla garantiza en gran porcentaje la no contaminación del cultivo proveniente de la semilla mal producida y el resguardo de las cualidades de la variedad o cepa madre utilizada.

Una vez obtenido el inóculo se debe estimar en cantidades proporcionales del 3 % al 5 % por cada 100 kg de substrato húmedo. El inóculo se debe adquirir previo a su siembra en un lapso no mayor a dos semanas. Antes de someterlo al proceso de siembra, para que no se corra con el riesgo de contaminación al permanecer bajo condiciones ambientales no aptas. Se debe preparar en la mesa de trabajo para iniciar el proceso de siembra.

El cultivo de *Pleurotus Ostreatus* incluye dos etapas, la obtención de la semilla o inóculo, la cual se realiza en condiciones de laboratorio y la producción de carpóforos. Un cultivo de inóculo puro significa que la cepa utilizada es de origen conocido y libre de organismos contaminantes. Para la producción del inóculo se emplean muchos tipos de materiales, que pueden o no ser el propio sustrato que se usa para el cultivo del hongo.

Algunos ejemplos de estos materiales son semillas de trigo, sorgo, centeno, maicillo, entre otros. La elección de un material adecuado para el inóculo es un factor importante a considerar y los aspectos que determina esta elección es la disponibilidad que exista de este material y el costo de la misma.

Hay dos tipos de semilla: la semilla madre, master o primaria y la secundaria o semilla para la siembra. La semilla primaria, también conocida como inóculo primario, proviene directamente del micelio del hongo cultivado sobre un medio de cultivo a base de agar, esto significa que para su preparación, el sustrato empleado se inocula con un trozo de agar (micelio de la cepa).

Algunas veces el mismo material es usado como primario y secundario. Para evitar confusión entre unos y otros, se pueden utilizar diferentes tipos de recipientes, por ejemplo los primarios en botellas y los secundarios en bolsas termo resistentes.

Preparación del inóculo primario: hay varios métodos para llevar a cabo esta etapa, pero resulta fácil y económico hacerlo de la siguiente manera: se hierven 100 gramos de trigo, también se puede utilizar sorgo, en 200 centímetros cúbicos de agua durante 15 minutos a fuego lento. Durante la cocción, no debe romperse el grano.

Luego, se coloca el trigo escurrido en frascos de vidrio de boca angosta, también se acostumbra utilizar bolsas de plástico o de polipapel y se esterilizan durante 30 minutos a 121 grados centígrados. Se aseca la cámara de transferencia con alcohol y luego se colocan los frascos, un par de tubos de ensayo que muestren una notoria infiltración del micelio en el caldo y los otros utensilios al interior de la cámara.

Se irradian con luz ultravioleta por 15 minutos y luego se hace lo siguiente: con las manos desinfectadas con alcohol yodado o guantes estériles se procede a remover los sellos de aluminio de los frascos; se destapa el tubo de ensayo que contiene el micelio y se flamea la boca del tubo en el mechero; se destapa el frasco con el trigo y se flamea la boca para luego vaciar directamente un poco de micelio de los tubos sobre los frascos esterilizados.

Los frascos con grano inoculado se incuban a temperatura ambiente sin moverlos por cierto período de tiempo, según el tamaño del recipiente, hasta que el micelio blanco haya cubierto completamente todos los granos. Algunos productores de semilla agitan los frascos ya inoculados al menos cada tres o cuatro días para distribuir los granos y permitir una rápida ramificación del micelio en crecimiento.

Los granos sin agitar pueden ser totalmente colonizados por el micelio en 2-4 semanas después de la inoculación, según el tipo de recipiente. A partir de entonces estarán listos, ya sea para sembrar en el substrato definitivo o utilizarlo para preparar micelio secundario. Los frascos con el micelio ya crecido se deben guardar en el refrigerador.

Preparación del micelio secundario: con los granos de sorgo preparados anteriormente, que constituyen el micelio primario, se procede a inocular grano

dentro de bolsas plásticas termoresistentes. A esto se le denomina inoculación de grano a grano. El crecimiento micelial será definitivamente más rápido en grano secundario que en el primario, porque el micelio se habrá adaptado al substrato después de haber crecido sobre el primario que se usó como inóculo. Además se obtiene mayor cantidad de semilla para la siembra definitiva.

Preparación del micelio producción de carpóforos: es importante diferenciar entre los que se considera un cultivo artesanal y lo que corresponde un cultivo industrial. El primero está enfocado a la producción de unos cuantos kilogramos de hongos para autoconsumo, con una inversión mínima.

El segundo requiere de inversiones considerables, así como el soporte de técnicos capacitados y responsables de la producción a gran escala y de un plan eficiente de manejo y ventas.

El cultivo de hongos de manera artesanal, ha bajado el costo, por sus características de austeridad, por lo general ejerce poco control sobre las condiciones del medio, temperatura, humedad, ventilación, luz, oscuridad, entre otros. Entre más factores del medio se puedan controlar, más costos se tendrán que incorporar a la inversión para el cultivo. Los cultivos son más estables y más productivos cuando el lugar de cultivo posee aire acondicionado.

Sin embargo, las condiciones de cultivo caseras son baratas, dependientes de las condiciones del ambiente natural y son productivas a bajo nivel, suficiente para autoconsumo y comercialización a baja escala. En el ámbito de producción casera o artesanal se puede ejercer también cierta regulación sobre los factores del medio, por ejemplo:

- La temperatura se puede regular abriendo ventanas y puertas, si es que

existen, para que la temperatura baje y permita además una ventilación.

- La humedad se puede regular aplicando agua al suelo, esto permite también regular la temperatura.

El ingenio del cultivador será necesario para resolver las situaciones del cultivo. La experiencia será la base del mejoramiento de los cultivos, esa es la aventura y la motivación que conlleva a la superación. Los hongos producidos deben tener apariencia robusta, con un pie lo más corto posible y olor a anís dulce.

La producción comienza entre los 15 a los 25 días desde que se mezcló el micelio, inóculo con el sustrato. Cada bolsa de un kilogramo de sustrato seco deberá producir 1 kilogramo de hongo fresco en total. No se producen todos los hongos de una sola vez, se pueden presentar tres o más cosechas separadas por períodos de más o menos 10 días. Se recomienda aprovechar la producción hasta la tercera cosecha, ya que el 80 por ciento de la producción se obtiene durante las primeras 2 cosechas.

En el cultivo de los hongos ha predominado hasta ahora un elemento de misterio basado en la dificultad de entender lo que es el micelio y su transformación en fructificaciones grandes y el papel que juegan las esporas en todo el ciclo vital, pero es claro que la formación de carpóforos requiere de una modificación del comportamiento normal invasivo del micelio vegetativo, por otro en el cual las hifas no tengan un crecimiento divergente, sino que converjan para formar un órgano diferenciado.

El material sobre el cual el micelio crece es denominado sustrato. Las propiedades físicoquímicas de un sustrato determinan que clase de microbios

pueden crecer en él. Algunos hongos pueden usar amplia variedad de sustratos, mientras que otros son muy selectivos. La selectividad de un sustrato depende de los nutrientes disponibles en él, su acidez, la actividad microbiana que soporta, su capacidad de aireación, su contenido de agua, entre otros.

Si los nutrientes de un sustrato están fácilmente accesibles para el hongo, la producción será mayor, aunque el riesgo de contaminación también incrementa. Un sustrato selectivo es aquel que satisface las demandas nutricionales de un tipo de hongo específico y no satisface las de otros.

Para el caso de *Pleurotus Ostreatus*, la paja de gramíneas es un buen ejemplo de lo anterior. Los métodos utilizados en la preparación del sustrato son: la fermentación anaerobia y el tratamiento con agua caliente. Debe realizarse dentro de un recipiente amplio de fermentación, que no sea de hierro, con agua limpia, un poco de cloro no perjudica, donde se sumerge el material a tratar en proporciones de una parte de sustrato por 15-20 partes de agua.

El principio bioquímico de la operación se basa en que todos estos materiales al ser sumergidos en agua sufren una fermentación anaerobia por acción de las bacterias lácticas, principalmente cocos, presentes de forma natural. Entre 20 y 30 grados centígrados, la fermentación comienza espontáneamente, y la acción metabólica de estas bacterias elimina los azúcares, impidiendo que posteriormente el desarrollo de competidores de *Pleurotus Ostreatus* y facilita la acción de las enzimas del hongo, celulasas, polifenoloxidasas, entre otros. Sobre el sustrato, los ácidos orgánicos formados, láctico, butírico van acompañados de peróxido de hidrógeno y bacteriocinas.

Al fermentar paja de cereales picada, el pH desciende hasta llegar a valores en torno a 4,5 y tiende a estabilizarse. El final de la operación se detecta cuando se estabiliza el pH en 4,5 o incluso se advierte una ligera subida de 0,1 unidades. La operación suele durar entre cinco y siete días. Durante los 3-4 primeros días el substrato flota ya que, entre otros metabolitos, la fermentación produce anhídrido carbónico (CO₂). Conviene agitar el substrato una o dos veces al día para mantenerlo sumergido, sin aire, pero sin presionar demasiado para que todas las partes del material se impregnen y se transformen bien.

A partir del cuarto o quinto día de fermentación todo el material se ha hundido y comienza a acercarse el final de la operación destacándose una película flotante de levaduras lácticas por el medio. La prolongación anormal del proceso con el substrato hundido desencadenaría cambios de otro signo, siendo el más destacable la subida del pH por acción de las levaduras lácticas al comenzar a consumir el ácido láctico producido durante la etapa anterior.

Complementariamente, el tratamiento con agua caliente, cocido y lavado de la paja, es un procedimiento sencillo y práctico. En este caso la paja se somete a un remojo en agua caliente, 70 - 85 28 grados centígrados y limpia, durante 30 a 60 minutos. Se debe realizar un par de lavados o aclarados más con agua caliente, hasta que los líquidos terminen saliendo claros. Este sistema humedece y pasteuriza al mismo tiempo. Durante el remojo, la paja suele tomar tres a cuatro veces su peso en agua.

Los lavados arrastran grandes cantidades de materiales solubles que favorecen el desarrollo de microorganismos contaminantes. Existe un efecto de lavado de nutrientes durante la inmersión que puede resultar negativo en rastros viejos por pérdida de nutrientes para *Pleurotus Ostreatus*, pero puede

resultar benéfico en rastrojos recientes porque al disminuir el contenido de azúcares solubles previenen la competencia de otros hongos y da mejores rendimientos.

En relación al esparcimiento de sustrato las medidas son de 2 x 1 metro 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.

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, entre otros. Para efectuar esta práctica se coloca el sustrato en un cajón.

3.6.2.2. Pasteurización del sustrato de producción

Este procedimiento juntamente con la esterilización son determinantes para el cultivo, su objeto principal es que el olote de maíz alcance las cualidades necesarias para un óptimo desarrollo de la semilla de hongo ostra. Consiste en eliminar los elementos perjudiciales del olote de maíz como insectos, larvas, huevecillos de insectos sometiéndolo a un tratamiento de vapor por un tiempo aproximado de una hora, tiempo que puede variar según las condiciones del olote de maíz. Es fundamental que se elija para someterlo al proceso, olote de maíz producto de una cosecha reciente, de mejor tamaño y calidad.

Al pasteurizar por inmersión en agua caliente se debe sumergir el sustrato únicamente cuando el agua haya alcanzado la temperatura de pasteurización para provocar un choque térmico que difícilmente soportarán los organismos que se encuentren en el sustrato. Las temperaturas inferiores a 55 grados centígrados suelen ser insuficientes para destruir otros organismos y las temperaturas mayores a 85 grados centígrados pueden provocar la ruptura parcial de puentes de hidrógeno del complejo lignina celulosa y contribuir a la solubilización de azúcares simples.

Este es un procedimiento aplicable a niveles artesanales y ha sido ampliamente recomendado y puede considerarse como la forma más sencilla de pasteurización, por los bajos costos de instalación y lo rudimentario que puede ser el acondicionamiento del método.

3.6.2.3. Esterilización del sustrato de producción

Por las condiciones y características de las comunidades en las cuales se pretende implementar el diseño, este procedimiento se ajusta mejor al alcance de los involucrados, puede ser sustituto del anterior y se obtienen los mismos resultados para el tratamiento del olate de maíz. El objeto es llevar al sustrato a las condiciones ideales para el proceso de inoculación, para su realización se deben completar las siguientes actividades:

- Seleccionar el olate de maíz por tamaño y calidad, es mejor cuando se obtiene de una producción de maíz reciente.
- Picar el olate de maíz en tamaños aproximados de 5 centímetros.
- Hidratar el sustrato en agua limpia por un lapso mínimo de 12 horas.
- Luego de la hidratación colocarlo en bolsas de manta del tamaño de las plásticas de una arroba y llenarlas de tal manera que permita hacerle un amarre en la boca.
- Poner agua limpia en un tonel a calentar hasta hervir.
- Sumergir las bolsas con el sustrato hidratado en el agua cuando alcance su punto de ebullición logrando así un choque térmico que difícilmente

soporta un organismo contaminante. Dejarlo por un período de 30 minutos en este estado.

- Sacar las bolsas, dejarlas escurrir y enfriar sobre una superficie limpia durante un período aproximado de 12 horas.

Después de realizado este procedimiento, el substrato está listo para el procedimiento de siembra.

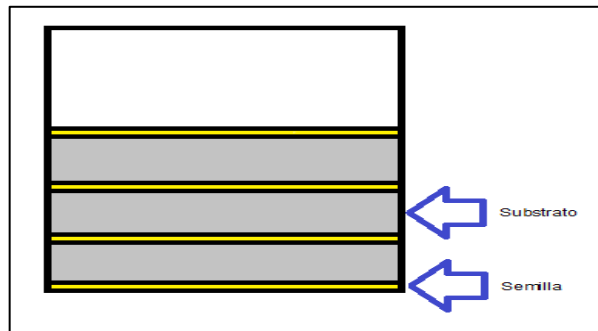
Esterilizar el substrato para la producción tiene las ventajas de: reducir costos, y pérdidas por contaminación; una propagación más rápida por ya estar estéril el substrato; un mayor número de inoculaciones; producciones de mejor calidad entre otras.

3.6.2.4. Procedimiento de siembra

Este procedimiento requiere que el local de incubación se acondicione a la temperatura del ambiente, aislado y sin corrientes de aire, la mesa de trabajo debe estar limpia, y con las herramientas necesarias al alcance, el operario debe vestir con su gabacha limpia, guates, redcilla y mascarilla. A continuación se describe la manera de sembrar hongos ostra.

Llenar bolsas plásticas de capacidad 25 libras o dimensiones de 60 cm de altura por 37 cm de ancho, alternando una capa de semilla y una capa de substrato de aproximadamente 8 a 10 cm, colocando un total de cuatro capas de semilla y tres de substrato. Llena la bolsa se le hace un amarre en la parte superior para evitar la introducción de agentes contaminantes y la pérdida de humedad del substrato, en esta condición aumenta la concentración de dióxido de carbono favorable para la rápida colonización del substrato por el hongo.

Figura 21. **Llenado de bolsa**



Fuente: elaboración propia.

El inóculo de esta forma es distribuido uniformemente, la cantidad de inóculo utilizado para una bolsa es de 5 % del peso húmedo del sustrato. El peso del sustrato para una bolsa de siembra es aproximadamente 5 libras. Un dato importante en el proceso de siembra es la cantidad de semilla utilizada, esta no afecta directamente el rendimiento, pero la relación de uso de más semilla se refleja en la rapidez para colonizar el sustrato.

En el caso de especies de *Pleurotus Ostreatus* se han usado tasas de inoculación que varían entre 0,8 y 15 por ciento del peso húmedo del sustrato. La definición de este valor depende de las características tanto de la cepa y del inóculo, como del sustrato donde se siembra. Mientras más baja sea la tasa de inoculación, menor será el costo por compra del inóculo, pero mayor el tiempo requerido para que el hongo colonice el sustrato.

Además, a mayor tiempo para colonización mayor será el riesgo de contaminación. De lo anterior, la cantidad de semilla utilizada no afecta directamente el rendimiento; sin embargo, el uso de más semilla acelera la colonización del sustrato, posteriormente se coloca la mezcla de paja y micelio

en una bolsa de plástico transparente. Esta bolsa se cierra con un amarre propio o con una cuerda delgada.

Llenas las bolsas con el sustrato y semilla se apilan las bolsas, una sobre otra o se colocan en las instalaciones adecuadas como se muestra en la figura 20. La bolsa o las bolsas se colocan en un lugar oscuro o al menos poco iluminado durante 10 a 15 días, a una temperatura de 24 y 28 grados centígrados. Se le hacen agujeros a las bolsas, por los cuales emergerán los hongos, en el caso que se elija no retirar las bolsas. Dichas perforaciones sirven también para que no se eleve demasiado la temperatura dentro de las bolsas y los gases puedan salir.

Existen varias técnicas para realizar el cultivo de *Pleurotus Ostreatus*. Entre éstos se encuentran: el proceso del túnel, el cultivo en contenedores, el cultivo en bloques prensados y cultivo en sacos o bolsas, enunciados estos métodos adicionales como referencia para la Asociación Sotz'il.

La técnica utilizada en este diseño consiste realizar el proceso de siembra 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.

3.6.2.5. Proceso de incubación

La incubación es un período en el que la semilla del hongo coloniza o se expande en todo el substrato, para este período el local de incubación debe adaptarse a obscuridad total o poca luz, este ambiente se puede lograr colocando un material negro como nylon en las entradas de luz, la temperatura debe permanecer en un rango entre los 24 y 28 grados Celsius, y mantener una humedad relativa del 80 % regando el piso que idealmente debería de ser tierra. La duración de este período es de 20 días aproximadamente o cuando se observe que el hongo ha colonizado completamente el substrato observándose este de un color blanco en su totalidad y no se observará el aspecto y coloración del substrato.

Durante la incubación tres o cuatro días después de la siembra se deben hacer perforaciones en la parte superior de la bolsa, puede utilizarse un clavo de dos pulgadas esterilizado en fuego, distribuidos en toda la parte superior de la bolsa, el objeto es permitir el intercambio de dióxido de carbono acumulado con aire fresco, porque después de los cuatro días el CO₂ limita el desarrollo del hongo. Para mantener la humedad del substrato se puede optar por regar cada tres días con un atomizador por medio de estos agujeros.

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 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 estrictamente bajo las condiciones anteriormente descritas para alcanzar la mayor productividad de la siembra.

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.

3.6.2.6. Condiciones para la etapa de crecimiento

Una vez finalizado el proceso de incubación inicia la etapa de crecimiento del hongo, este proceso requiere que al local se adapte con luz natural durante períodos de 8 a 12 horas diarias para que fructifique normalmente el hongo. Con las bolsas se debe llevar a cabo un procedimiento de realizar cortes verticales de 5 centímetros de largo como mínimo separados uno de otro por la misma distancia en todo el contorno de la bolsa, o se podría optar a retirar por completo la bolsa, aunque con este procedimiento se deben tener controles más estrictos de la humedad para evitar que el sustrato la pierda.

Una condición especial para inducir el crecimiento del hongo es adaptar la temperatura del ambiente para que permanezca dentro del rango de 18 a 26 grados Celsius con suficiente ventilación, humedad relativa dentro del rango de 85 % a 95 %, realizando riego al suelo o directamente al cultivo. Es necesario colocar en puertas y ventanas de entrada de aire algún tipo de malla que no permita el ingreso de insectos, y para la supervisión se deben tener las medidas higiénicas del operario. Bajo estas condiciones dos o tres días después

aparecen los primordios que son pequeños botones aglomerados los cuales crecerán y se expandirán.

3.6.2.7. Indicadores de madurez del *Pleurotus Ostreatus*

La fructificación se desarrolla después de la incubación cuando ya ha crecido bien el micelio y ha formado una superficie blanco-algodonosa que cubra todo el sustrato y está lo suficientemente compactado. En presencia de luz se elimina la bolsa de polietileno o se hacen agujeros longitudinales para permitir la aparición de cuerpos fructíferos, este proceso se realiza en el mismo lugar en el que el sustrato incubo.

De 5 a 6 días después de la aparición de los primordios, los hongos expandidos presentan tamaños aceptables en sus sombreros, un tamaño óptimo puede determinarse con aproximadamente 12 centímetros de diámetro, sin embargo, los hongos ostra se pueden cosechar cuando el sombrero presente el tamaño deseado.

Luego de la primera cosecha el hongo sigue en su proceso de fructificación, generando nuevas oleadas de hongos después de 7 a 10 días por lo que se deben mantener las condiciones de humedad. De una siembra se pueden obtener fácilmente tres cosechas, aunque la segunda y tercera de menor tamaño y cantidad que la anterior. La sala de fructificación debe ser un área amplia, dedicada exclusivamente a la producción 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 reseco 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 higrotermómetro para saber el momento necesario para regar. Una humedad inferior al 80 por ciento será negativa para la formación de carpóforos.

3.6.2.8. Procedimientos para la 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 estípote 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, como medida para resguardar datos históricos que se utilizarán en la mejora continua.

Cosechada la primera oleada el sustrato sigue su proceso de fructificación desarrollando dos oleadas más, los hongos se depositan al canasto de cosecha para trasladarlos a la mesa de trabajo para su empaque y traslado a su destino final.

3.6.2.9. Empaque y presentación

Para el empaque se considera la hoja de maxán por las características ya conocidas, se procederá a pesar el hongo en cantidades de media o una libra si su objeto es comercializarlo, envolverlo en la hoja y amarrado para su traslado.

3.6.3. Tiempo estimado del proceso

El proceso se estima con base a los criterios de que algunas actividades se realizan específicamente en el día y otras ocupan las 24 horas del día durante los procesos de cambio o tratamiento aplicado. El proceso completo de producción de hongos ostra tarda aproximadamente 48,5 días en los cuales la materia prima está sufriendo cambios durante las 24 horas y 9,4 horas que se trabajan exclusivamente durante la jornada diurna.

Tabla IV. Tiempo estimado del proceso

Actividades del proceso	Duración	
	Horas diurnas	Días 24 hrs
Esterilización del substrato	-	1,5
Preparación del inóculo	0,5-	-
Siembra	5,9	-
Incubación	-	20
Crecimiento	-	27
Cosecha	2	-
Empaque	1	-
Total	9,4	48,5

Fuente: elaboración propia.

3.7. Cosecha

El proceso está diseñado para que finalice cuando se obtenga la tercera fructificación de hongos, tomando en cuenta que la segunda oleada de hongos esta apta para su cosecha a los 9 días después de la primera y la tercera en un intervalo igual al anterior. El conjunto de las tres cosechas da como resultado la cosecha total del proceso.

Es considerable que por el ciclo de vida del hongo ostra que es aproximadamente ocho días por ser un producto perecedero, no se debe esperar obtener la totalidad de la cosecha para su consumo o comercialización, más bien cada cosecha parcial debe someterse al proceso de empacado para su consumo y/o comercialización de forma inmediata.

La cosecha se inicia a los 5 ó 6 días después de la aparición de los primordios. En climas cálidos el desarrollo es más rápido. En este evento es muy importante la humedad del ambiente y del substrato, que sin llegar al exceso debe ser abundante. Las bolsas apiladas pueden estar clavadas prácticamente a una estaca lo suficientemente fuerte que las soporte.

La temperatura del lugar a donde estén las bolsas no debe exceder de los 30 grados pues el hongo podría sucumbir. Pasado el tiempo de incubación y crecimiento en las bolsas, entonces se colocan las bolsas en un lugar iluminado y ventilado para que en unos 10 días más comiencen a producir.

Algunos prefieren remover las bolsas al final de la fase de incubación. Si la sala de fructificación tiene ventanas o ventilas, simplemente deben abrirse. La temperatura ambiental se mantiene entre 20 a y 26 grados centígrados, la

frecuencia de riego debe incrementarse cuando las fructificaciones se están expandiendo, se sugiere el riego por aspersión de gota fina.

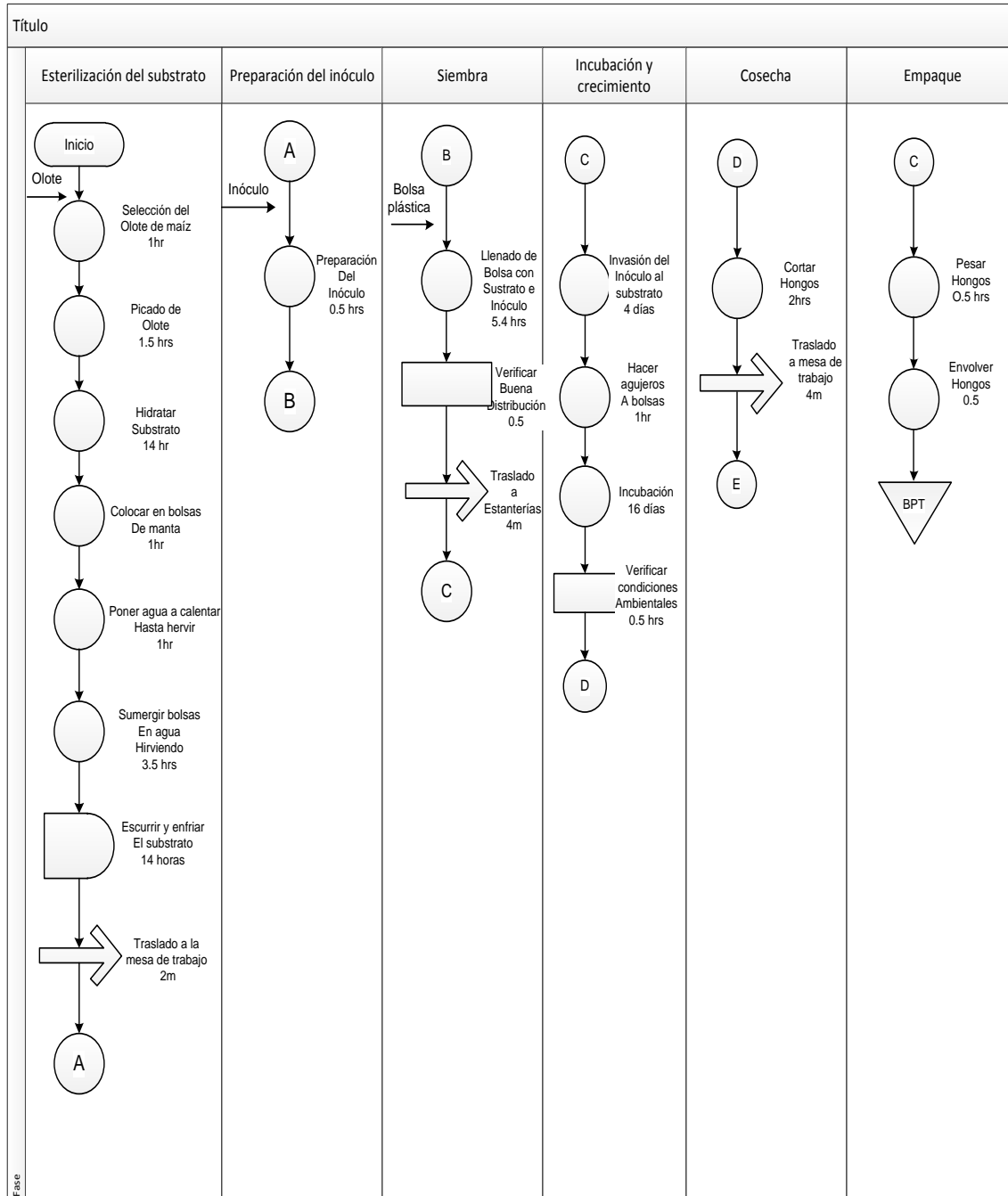
El área de producción permanecerá ventilada, se recomienda cambiar el aire de 3 a 4 veces por día porque las altas concentraciones de bióxido de carbono repercuten en un desarrollo anormal de los carpóforos.

Una práctica muy común para la venta en fresco de los hongos es el lavado de los mismos con el fin de mejorar su apariencia pues se remueven restos de la tierra de cobertura de los hongos o salpicada por la lluvia. En general los hongos lavados se deterioran más rápidamente que los no lavados, debido a la acción de bacterias durante el almacenamiento. Para evitarla se agregan al agua del lavado sustancias químicas como cloruro de calcio. Hipoclorito de sodio, peróxido de hidrogeno y otros desinfectantes y antibióticos.

3.8. Diagrama de flujo del proceso

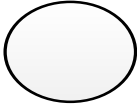

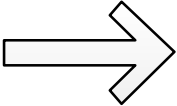
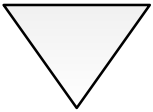
Con el objetivo de hacer más clara la forma en que se realiza el cultivo del *Pleurotus Ostreatus* a continuación se presentan los diagramas de bloques y el diagrama de flujo de operaciones. Se presenta de forma sencilla el procedimiento a seguir, los tiempos y distancias implicadas en el desarrollo del cultivo así como el tipo de actividad que se realiza en cada paso.

Figura 22. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Tabla V. **Explicación del diagrama de flujo del proceso**

RESUMEN					
Símbolo	Descripción	Distancia	Cantidad	Tiempo	
				Días 24hrs	Hrs
	Operación	-	13	29	46.9
	Inspección	-	2	-	1
	Demora	-	1	-	14
	Transporte	10	3	-	-
	Almacenaje	-	1	-	-
Total				29	61.9

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA



4.1. Determinación de la herramienta y útiles necesarios

En el siguiente apartado se abordarán todos los aspectos relacionados a la implementación de la propuesta, iniciando con la determinación de las herramientas y útiles de producción, empaque, indicadores de cosecha, entre otros.


4.1.1. Herramienta y útiles para la producción

A continuación, se enumeran las herramientas necesarias para el proceso de producción de hongo ostra de forma artesanal.


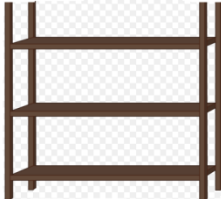
Tabla VI. **Herramienta necesaria para el proceso**

Nombre	Utilidad	Ejemplo gráfico
Tablón	Para soporte de corte	
Machete	Para cortar olote de maíz en dimensiones de 5 centímetros de largo	

Continuación de la tabla VI.

Canasta	Transportar olote de maíz cortado	
Tonel	Para proceso de esterilización,	
Mesa	Para actividades de preparación del substrato y siembra. Dimensiones 1m ancho por 2 m de largo	
Balanza de mesa	Medición del peso del substrato e inóculo	
Pala de mano	Para proceso de siembra	
Cuchilla	Para corte del hongo	
Canasta con agarrador	Para recolectar las cosechas	

Continuación de la tabla VI.

Lámpara de gas	Para crear ambientes con poca luz	
Estantería	Para la colocación de las bolsas de substrato inoculado. Con dimensiones de 3 m de largo por 0,25 m de ancho y 0,5 m entre cada separación.	

Fuente: elaboración propia.

Los útiles son objetos más simples que las herramientas, su utilización es común y contribuyen de forma indirecta al proceso, dentro de los útiles necesarios para el proceso se enuncian los siguientes: escobas, basurero, y nylon.

4.1.2. Herramienta y útiles para el empaque

Para la actividad de empaque de hongos ostra será necesario únicamente un cuchillo mediano para cortar los extremos sobrantes de la hoja de maxán, la cual se seleccionó previamente por sus características naturales.

4.2. Determinación de los indicadores de cosecha

Un indicador es un dato que da información de una característica que ya está establecida, que alerta la proximidad a un estado esperado, comúnmente se puede decir que un indicador señala cuando el hongo está en su punto para cosechar. Durante el desarrollo del diseño ya se han dado a conocer algunos indicadores que sirven al operario para identificar que hongos están listos para ser cosechados, los cuales pueden ser sustitutos entre sí.

- Tamaño del sombrero del hongo ostra, de 12 a 15 centímetros de diámetro.
- Un tiempo de 9 días después de la incubación y un período igual después de la oleada de hongos anterior.
- La oleada de hongos a la que pertenece la cosecha, primera segunda o tercera, la cual determina la calidad y desarrollo del hongo.

4.2.1. Establecer el tiempo del ciclo de producción

Se define para el presente diseño como un ciclo de producción al tiempo necesario para producir hongos ostra utilizando el método artesanal propuesto desde su inicio hasta que se obtiene la cosecha en su tercera fase, se evalúa la producción se desechan los substratos utilizados y las instalaciones permanecen completamente vacías y listas para comenzar un nuevo ciclo.

El proceso de producción de hongos de forma artesanal inicia cuando se tienen preparados los insumos, local de incubación y cultivo vacío y limpio, herramientas en buenas condiciones y listas, finaliza cuando el local y herramientas se dejan en las mismas condiciones de su inicio.

Las actividades se deben realizar siguiendo la secuencia planteada, el objeto es cumplir a cabalidad cada una y fijar el tiempo máximo del ciclo del proceso.

Esterilizando el substrato se inicia el proceso la duración de esta actividad se estimó que ocuparía un tiempo de 1,5 días, tomar en cuenta que la actividad de seleccionar el olote de maíz y picarlo son actividades que se deben realizar estrictamente en una jornada diurna para que exista la luz suficiente para la inspección de la materia prima, la hidratación se puede realizar durante la noche y después de su esterilización en agua hirviendo se dejan escurrir y enfriar durante la noche. Esta actividad se lleva a cabo en dos días por las pérdidas de tiempo entre actividades.

La actividad de preparación del inóculo y siembra son actividades que tardan unas horas nada más pero que se realizan en una jornada diurna por la cantidad de luz necesaria, estas actividades retardan el proceso 1 día. Los procesos de incubación y crecimiento conjuntamente ocupan 47 días, 24 horas, la cosecha se realiza dentro del período de crecimiento de forma simultánea y el empaque tomaría un tiempo adicional cuando se cosecha la tercera oleada retardando el proceso 1 día.

El mismo día de la última cosecha se pueden evaluar los substratos para iniciar a desecharlos proceso que puede tardar alrededor de 3 días. Se realiza la evaluación de las condiciones del local herramientas y si es necesario brindar un mantenimiento a las mismas, en 1 día. Los tiempos establecidos anteriormente dan como resultado un tiempo total de ciclo de 55 días.

4.2.2. Estimación de la capacidad de producción por un año

El ciclo de producción adaptado a un calendario anual se establece que se inicie en enero para finalizarlo en febrero, un nuevo proceso en marzo para finalizarlo en abril, en mayo y junio se completaría otro ciclo del proceso aunque en estos dos meses se tendrían ingresos extras debido a que también se práctica la actividad de recolección de hongos en los bosques a nivel nacional, llevando al mercado hongos silvestres de origen natural. Un nuevo ciclo se inicia en julio-agosto, septiembre-octubre, y el último para el año, en los meses de noviembre y diciembre, haciendo en total seis ciclos completos de producción artesanal de hongos ostra.

Teóricamente un substrato es capaz de producir en promedio un mínimo del 20 % de su peso de hongos frescos. El peso de una bolsa de substrato inoculado es de 5 libras, que producirá una libra de hongo fresco. Para el presente diseño las instalaciones albergan simultáneamente 162 bolsas de substrato inoculado que al finalizar la cosecha habrán producido como mínimo 162 libras de hongo ostra fresco. Seis ciclos productivos generan 972 libras de hongo ostra fresco al año. Es importante hacer notar que la capacidad obedece directamente a la capacidad instalada en el local, un local más pequeño o más grande generará cambios en los resultados de producción obtenidos.

De la producción total de un año se estima que un 25% equivalente a 243 libras de hongo ostra de la producción total, será consumido por los productores como beneficio directo del proyecto, este porcentaje además incluye un margen de pérdida de la producción por agentes externos o contaminaciones en el proceso. La disponibilidad de la producción destinada para la venta será de 729 libras al año.

4.3. Especificación de proveedores de semilla

Como proveedor de semilla de hongo de la especie *Pleurotus Ostreatus* se determina la Cooperativa Integral de Producción Pueblo Unido, Responsabilidad Limitada –COINPU-RL, cuya dirección es casa Núm. 9; Comunidad 29 de diciembre, kilómetro 62,5 carretera interamericana, Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C. A. quien tiene 11 años de producir semilla de esta especie y la comercializa un precio de venta de Q. 27,00 por libra.

4.3.1. Descripción de la accesibilidad y disponibilidad

En relación a la accesibilidad y disponibilidad de los proveedores de semilla se comprobó según datos de la cooperativa, que la semilla una vez comprada puede almacenarse por hasta un mes calendario antes de someterle al proceso de siembra, durante este tiempo la semilla es capaz de mantenerse en óptimo estado en condiciones ambientales normales.

No se descarta la posibilidad de realizar nuevas propuestas para la producción de semilla, basado en la experiencia de cultivo de hongos ostra.

4.4. Creación de un calendario para el control de cada ciclo de producción de hongos ostra

Uno de los elementos importantes del proceso administrativo es el control, controlar las actividades o proyectos que desarrolla la Asociación Sotz'íl, es parte fundamental de su proceso administrativo como responsable del manejo de recursos provenientes de entes nacionales e internacionales interesados en el desarrollo de las comunidades indígenas de Guatemala.

Sotz'íl es responsable de planificar la implementación del diseño en las comunidades seleccionadas, organizar a los involucrados para detallarles sobre los beneficios para los integrantes del proyecto y para la comunidad en general, dirigir las acciones pertinentes con líderes comunitarios para que se implemente el diseño y controlar que lo establecido en el diseño se ejecute bien con el fin de lograr la máxima eficiencia productiva del diseño.

Se establece el calendario del Anexo 1, para llevar el control de la ejecución de las actividades del proceso de cultivo de hongos ostra de forma artesanal, su uso permitirá cumplir con cada una de las actividades en los tiempos establecidos para un ciclo de producción y para los que sean necesarios ejecutar durante un año. El manejo del calendario será exclusivo del operario y responsable del proceso, se deberán llenar los datos solicitados en el formato para controles posteriores.

La forma de utilizarlo es llevar el control del proceso anotando el cumplimiento de cada actividad señalada en el mismo, en el número de día que se completó. En el calendario se señala el tiempo estimado del proceso, como referencia, sin embargo, por las variaciones de factores internos o externos en determinado ciclo, es necesario que el operario anote el día exacto de finalización de cada actividad para contar con registros históricos reales para posteriores análisis. El resguardo de cada calendario marcado de procesos completados es responsabilidad de la Asociación Sotz'íl.

4.5. Determinación de costo de inversión

Los costos son esfuerzos que se necesitan para realizar un proceso, en otras palabras un costo es la sumatoria de recursos que contribuyen al logro de un fin, para efectos del presente diseño los costos de inversión abarcan todos

aquellos recursos necesarios para iniciar con la producción artesanal de hongos ostra como: herramienta, útiles, equipo del recurso humano y equipo del empaque. A continuación se detallan los costos del equipo del recurso humano.

Tabla VII. **Costo de equipo**

Descripción	Cant.	Precio unitario	Total
Guantes (caja 50 pares)	1	Q. 63,00	Q. 63,00
Mascarilla (caja 96 u)	1	Q. 254,40	Q. 254,40
Redecilla (caja de 100 u)	1	Q. 74,00	Q. 74,00
Gabacha	2	Q. 25,00	Q. 50,00
TOTAL			Q. 441,40

Fuente: elaboración propia.

Resultado de la tabla VII, el costo del equipo para el recurso humano que opera en la producción de hongos haciende a la cantidad de Q. 441,40 los que se deben sumar al total de costos de inversión.

4.5.1. Herramienta y útiles

Anteriormente se describieron las herramientas y útiles necesarios para el proceso de producción artesanal de hongos ostra, cuyos costos actualmente se detallan a continuación.

Tabla VIII. **Costo de herramienta y útiles**

Descripción	Cant.	Precio unitario	Total
Tablón	2	Q. 30,00	Q. 60,00
Machete	2	Q. 24,75	Q. 49,50
Canasta	1	Q. 40,00	Q. 40,00
Tonel	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Balanza de mesa	1	Q. 765,00	Q. 765,00
Pala de mano	1	Q. 30,00	Q. 30,00
Cuchilla	1	Q. 23,00	Q. 23,00
Canasta con agarrador	1	Q. 20,00	Q. 20,00
Lámpara de gas	1	Q.175,00	Q. 175,00
Cuchillo	1	Q. 14,75	Q. 14,75
Escoba	2	Q. 12,00	Q. 24,00
Nylon (yarda)	12	Q. 9,00	Q. 108,00
Basurero	2	Q. 60,00	Q. 120,00
TOTAL			Q. 1 729,25

Fuente: elaboración propia.

Según el detalle de costos de herramienta y útiles, se deben invertir por concepto de estos rubros la cantidad de Q. 1 689,25 al implementar el diseño.

4.5.2. Instalación

La tecnología para la producción de hongos en este diseño es muy baja o poca, las actividades se realizarán de forma artesanal a mano, por lo que no hay intervención de maquinaria y equipo sofisticado, esto permite que los costos de instalación se reduzcan en gran medida al igual que la utilización de mobiliario necesario, requiriendo únicamente la instalación de los estantes en los cuales se desarrollará la incubación y crecimiento de los hongos ostra y algunos arreglos generales al local.

Tabla IX. **Costo de mobiliario e instalación**

Descripción	Cant.	Precio unitario	Total
Mobiliario			
Mesa	1	Q. 250,00	Q. 250,00
Estantería	6	Q. 300,00	Q. 1 800,00
Mano de obra			
Instalación general			Q. 500,00
TOTAL			Q. 2 550,00

Fuente: elaboración propia.

Según los costos detallados en la tabla IX, los mismos serán por el monto de Q. 2 550,00 este monto se debe adherir al monto de equipo del recurso humano Q. 441,40 al monto de herramienta y útiles Q. 1 689,25 para la totalidad del costo de instalación. El costo de instalación para la implementación del diseño será absorbido por la Asociación Sotz'íl.

4.6. Determinación de los costos

Al analizar la rentabilidad de cualquier proyecto, los costos son de los factores determinantes en la evaluación financiera a la que se someta, el objeto de invertir es que al finalizar un periodo de tiempo estimado para la operación del proyecto, se obtenga un beneficio o ganancia.

Los beneficios que se obtienen a lo largo del año, o durante el período estimado de recuperación de capital, a partir de los sucesivos ciclos productivos, deben ser capaces de recuperar la inversión inicial y mantener un margen de ganancias para que la asociación Sotz'íl tome la decisión de invertir.

4.6.1. Costo de producción

Estos costos representan la sumatoria de los recursos que se utilizarán para la producción de hongo ostra, incluyen aquellos costos por consumo de materiales, costo de materia prima utilizada, mano de obra y materiales de empaque.

4.6.1.1. Materiales de consumo

Dentro del grupo de materiales que se consumen para la producción artesanal de hongos ostra en cada ciclo de producción se encuentran: leña, agua, bolsas plásticas y otros materiales mínimos que en conjunto se estiman en un costo de Q. 400, 00.

4.6.1.2. Materia prima

Anteriormente se determinó la materia prima a utilizar para producir hongos, primero el substrato elegido y la semilla de la especie. El olote de maíz es abundante en las comunidades que se dedican exclusivamente al cultivo de maíz, según datos de la Asociación Sotz'íl, el 90 % de las comunidades a las que gira sus esfuerzos producen maíz y utilizan el olote de maíz en su mayoría para producir fuego, por lo que el substrato se estima que tendrá costo de Q. 300,00 adicionales y será necesario educar a los miembros del proyecto para utilizar de mejor forma los recursos que poseen.

El inóculo o semilla con los productores de la especie *Pleurotus Ostreatus* se adquiere a un valor de Q. 27,00 la libra. En un ciclo productivo de este diseño se combinan 162 bolsas con substrato y semilla, cada bolsa requiere el

5 % del peso del sustrato de semilla, lo cual es aproximadamente 4 onzas por bolsa. Con los datos anteriores se calcula lo siguiente:

$$(162 \text{ bolsas}) * (4 \text{ oz/bolsa}) = 648 \text{ oz}$$

$$(648 \text{ oz}) * (1 \text{ lb}/16\text{oz}) = 40,5 \text{ lbs}$$

$$(40,5 \text{ lbs}) * (\text{Q } 27.00/\text{lb}) = \text{Q. } 1 \text{ 093,50}$$

El costo de la semilla para un ciclo productivo es de Q. 1 093,50 y el costo total de la materia prima es Q. 1 393,50 que representa la sumatoria del costo del sustrato y el costo de la semilla.

4.6.1.3. Mano de obra

Se aclaró anteriormente que la Asociación Sotz'íl promueve un modelo de desarrollo pluralista y autogestionario que además considera el desarrollo como sostenible y sistemático, con orientación económica y productiva, que trabaja en el acceso al financiamiento, a la asistencia técnica y a la eficiencia productiva de las comunidades,

Orienta y esclarece los beneficios que le da a cada comunidad como parte de su apoyo por lo que solicitará a la comunidad beneficiada la colaboración para la implementación del diseño y específicamente la organización para el control y mano de obra del proyecto.

Es necesario estimar que la cantidad del tiempo requerido para el control de la producción es mínimo durante la mayor parte del proceso, en este caso el operario no necesariamente tiene que permanecer en las instalaciones en una

jornada normal de trabajo. Esto permite que el operario invierta solo una parte de su tiempo y continúe con sus actividades normales mientras el proceso de producción de hongos se lleva a cabo.

4.6.1.4. Material de empaque

El material de empaque propuesto en el presente diseño es la hoja de maxán o conocida comúnmente como hoja de tamal, se cotizó en el mercado de Chimaltenango el precio de un manojo de hoja que contiene 20 hojas a un precio de Q. 3,00. Con el diseño se producen 162 libras de hongo ostra si se empacan por libra, el costo del material de empaque para un ciclo productivo es de Q. 27,00. El total de los costos de producción está determinado por la sumatoria de los costos de los materiales de consumo, materia prima, mano de obra y material de empaque, dicho costo equivale a Q. 1 820,50 por cada ciclo productivo.

4.7. Evaluación financiera

Una vez conocidos los costos a los que se incurre implementar el diseño del sistema de producción artesanal de hongos ostra, es necesario analizar los beneficios económicos que se obtendrán de dicha inversión y que serán propios de la comunidad o involucrados en el mismo.

Para ello se analiza el flujo de efectivo compuesto por los ingresos y los egresos originados por la operación del sistema, trasladados a un valor presente neto y evaluados por una tasa interna de retorno, que son claves para tomar la decisión de la viabilidad del proyecto. Para la Asociación Sotz'íl, estos datos representan los montos reales a invertir implementando el diseño.

4.7.1. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo es una herramienta de evaluación financiera que representa los movimientos de ingresos y egresos resultados de la operación del sistema basado en el diseño planteado, con una duración establecida la cual será para este diseño de 5 años. En base a las características y capacidad productiva determinada anteriormente, a continuación se muestran los flujos de efectivo que incluyen el monto de inversión realizada por la Asociación Sotz'il los egresos por costo de producción y los ingresos anualmente.

4.7.1.1. Ingresos

Los ingresos representan los montos de dinero que adquiere la comunidad o miembros del proyecto resultado de comercializar los hongos producidos en cada ciclo, según la capacidad productiva propuesta los ingresos proyectados a cinco años estarían conformados según la tabla X.

Tabla X. **Ingresos proyectados a cinco años**

Año	precio por libra de hongo	Libras destinadas para la venta	Ingreso total
0	Q. 30,00	0	0
1	Q. 30,00	729	Q21 870,00
2	Q. 30,00	729	Q21 870,00
3	Q. 30,00	729	Q21 870,00
4	Q. 30,00	729	Q21 870,00
5	Q. 30,00	729	Q21 870,00
Total			Q109 350,00

Fuente: elaboración propia.

Los ingresos calculados con base a las 162 libras que se producen en cada ciclo menos las 40,5 libras consideradas para consumo y pérdidas de producción y la capacidad de completar 6 ciclos productivos durante un año.

4.7.1.2. Egresos

Los egresos representan la salida de dinero necesario para el funcionamiento del sistema de producción artesanal de hongos ostra incluida la inversión inicial y estimando un gasto que se debe realizar entre el año 2 y 3 por mantenimiento mayor de las instalaciones o cambio de algunas herramientas y útiles como una inversión intermedia.

Tabla XI. **Egresos proyectados a cinco años**

Año	Costo anual de producción	Inversión inicial	Inversión intermedia	Egreso total
0	0	4 720,75		Q. 4 720,75
1	Q. 10 923,00			Q. 10 923,00
2	Q. 10 923,00			Q. 10 923,00
3	Q. 10 923,00		Q. 1 000,00	Q. 11 923,00
4	Q. 10 923,00			Q. 10 923,00
5	Q. 10 923,00			Q. 10 923,00
Total				Q. 60 335.75

Fuente: elaboración propia.

4.7.2. Valor presente neto (VPN)

Es un método para evaluar alternativas de inversión, consiste en trasladar todo el flujo de efectivo hacia un presente en el inicio del proyecto, con esta herramienta se puede evaluar entre varias alternativas y utilizar el resultado de la herramienta para la toma de decisiones.

Un valor presente neto al final de la evaluación mayor a cero significa que el funcionamiento del sistema genera suficientes ingresos para recuperar la inversión inicial y generar utilidades por un monto igual al VPN. Un VPN igual a cero refleja que el sistema es capaz de llegar a un punto de equilibrio en el cual no hay pérdidas ni ganancias y un valor presente neto menor que cero refleja que el sistema no es capaz de recuperar la inversión y su implementación generaría una pérdida para la Asociación.

El valor presente neto es el resultado de la diferencia entre el valor presente de ingresos y el valor presente de egresos proyectados para el periodo de 5 años de funcionamiento del sistema. Para su cálculo está establecida la siguiente fórmula:

$$\text{VPN} = F * \text{Factor P/F}$$
$$\text{Factor P/F} = 1 / (1+i)^n$$

En donde:

F= valor futuro

i= interés efectivo

n= año evaluado

Aplicando la fórmula a los ingresos y egresos por separado se obtienen los siguientes resultados para una tasa de interés efectiva del 12 % anual.

Tabla XII. **VPN de ingresos**

Año	Ingresos anuales	Factor P/F	Valor presente de ingresos
0	Q0,00	1	0
1	Q21 870,00	0,892857	Q19 526,78
2	Q21 870,00	0,797193	Q17 434,61
3	Q21 870,00	0,711780	Q15 566,63
4	Q21 870,00	0,635518	Q13 898,78
5	Q21 870,00	0,567426	Q12 409,61
Total			Q78 836,41

Fuente: elaboración propia.

Resultado que refleja la tabla XII, el valor presente neto de ingresos haciende al monto de Q. 78 836,41.

Tabla XIII. **VPN de egresos**

Año	Egresos anuales	Factor P/F	Valor presente de egresos
0	Q4 720.75	1	Q4 720.75
1	Q10 923,00	0,892857	Q9 752,68
2	Q10 923,00	0,797193	Q8 707,74
3	Q11 923,00	0,711780	Q8 486,55
4	Q10 923,00	0,635518	Q6 941,76
5	Q10 923,00	0,567426	Q6 197,99
Total			Q44 807,48

Fuente: elaboración propia.

Resultado que refleja la tabla XIII, el valor presente neto de egresos haciende al monto de Q. 33 953,15. Con los resultados anteriores se procede a calcular el VPN del sistema con la fórmula:

$$\text{VPN} = \text{VPN (ingresos)} - \text{VPN (egresos)}$$

$$\text{VPN} = \text{Q. 78 836,41} - \text{Q. 44 807,48}$$

$$\text{VPN} = \text{Q. 34 028,93}$$

Evaluando este resultado con los criterios anteriormente descritos el VPN es mayor a cero, por lo que la implementación del diseño del sistema de producción artesanal de hongos ostra es viable.

4.7.3. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno representa el porcentaje en el cual el inversionista tiene equilibrio, sin pérdidas ni ganancias, es una herramienta financiera para evaluar alternativas de inversión de forma individual, es fundamental compararla con la tasa del inversionista que sea una tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) para evaluar la viabilidad de la inversión.

La tasa mínima atractiva de rendimiento para la Asociación Sotz'íl, se estableció en un 15 %, este porcentaje es necesario para compararlo con el criterio general de decisión que establece rechazar la propuesta de inversión si la TIR es menor al 15 % y aceptar la propuesta si la TIR es mayor al 15%. Según lo anterior se procede a calcular la TIR.

Tabla XIV. **Cálculo de la TIR**

Tasa de descuento	Valor presente neto
200	Q693,19
220	Q209,81
228	Q39,58
229,94	Q0,00
230	-Q1,17
240	-Q194,98
250	-Q373,61

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla XIV, muestran que la tasa interna de retorno es 229,94 %, para la inversión, evaluando con el criterio general de decisión la TIR es mayor que la tasa mínima de rendimiento del inversionista 15 %, por lo que la implementación del diseño del sistema de producción artesanal de hongos ostra, es totalmente factible.

4.8. Financiamiento del diseño

La Asociación Sotz'íl, gestiona y capta recursos de entes o instituciones dedicadas al desarrollo de sectores de la población guatemalteca en condiciones de pobreza y pobreza extrema, se mencionó anteriormente, sin embargo, la implementación del presente diseño será cubierta con parte de los recursos gestionados por la Asociación Sotz'íl, justificados plenamente al implementar el diseño en comunidades que reúnen las características anteriormente descritas en las cuales se podrá apreciar el mayor beneficio económico social en un período intermedio de tiempo.

Será criterio de la Asociación Sotz'íl invertir en la implementación del diseño simultáneamente en varias comunidades a la vez, sin embargo, si es factible que la inversión se recupere. Una vez recuperada la inversión puede utilizarse para la implementación en una diferente ubicación.

El punto de equilibrio representa un estado de igualdad entre ingresos y egresos, es decir la cantidad de libras que se necesitan vender para que la comunidad en la cual se implemente el diseño no pierda ni gane, este punto puede lo puede tomar la asociación Sotz'íl como punto de referencia en la toma de decisiones y además como un margen de producción mínima durante un periodo de tiempo.

El punto de equilibrio se calcula con la siguiente fórmula:

$$P.E = CF/P-CV$$

En donde:

P.E. punto de equilibrio

CF: costos fijos

P: precio

CV: costos variables

El punto de equilibrio calculado para recuperar la inversión inicial esta representado por:

$$P.E = 4\,720,75/30$$

$$P.E = 1\,573 \text{ lbs.}$$

Para recuperar la inversión inicial es necesario vender 1 573 libras de hongo ostra a un precio de Q 30,00/lb. Para cubrir los costos de producción durante cada ciclo como mínimo se deben vender 61 lbs de hongo ostra.

$$P.E = 1\ 820,50/30$$

$$P.E = 60,68 \text{ lbs.}$$

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Necesidades de enseñanza

La mejora continua es una de las herramientas básicas para aumentar la competitividad en las organizaciones. Esta filosofía se apoya en la explotación de los recursos de la compañía, especialmente los recursos humanos y en el aprendizaje interno. La mejora continua debe significar un modo de vida dentro de la organización. Es precisamente esto lo que hace de la mejora continua una herramienta valiosa y a la vez, difícil de implementar hasta sus últimas consecuencias.

En todo nuevo proceso o mejora de un proceso surge la necesidad de enseñanza, la cual forma parte fundamental de los procesos de mejora continua, en la actualidad los procesos son dinámicos, cambian y se adaptan a los requerimientos de los clientes, tecnología moderna y la carrera con los competidores. Juntamente con los cambios físicos que sufren los procesos, se desarrollan los conocimientos necesarios para manejarlos generando que el aprendizaje sea continuo e ilimitado.

Para la implementación de un sistema de producción artesanal de hongos ostra en una comunidad rural, cuyas características giran alrededor de bajos niveles educativos, escases de recursos económicos y fuentes de trabajo casi nulas, el trabajo de enseñanza debe realizarse de forma constante y con un seguimiento periódico hasta que el conocimiento se fije en los involucrados por medio de la práctica y se obtengan los resultados esperados.

5.1.1. Capacitación para los involucrados

Actualmente la capacitación desempeña un rol importante en las organizaciones, ya que permite mantener al empleado actualizado de este depende la evolución que tenga una empresa. La capacitación es un proceso continuo y permanente de enseñanza y actualización de los trabajadores, mediante la transmisión de conocimientos, que contribuyan al ejercicio de un cargo o puesto de una organización o institución determinada. Es la herramienta de actualización y mejoramiento de los conocimientos, habilidades y aptitudes de los empleados en el cumplimiento de las tareas y funciones que tienen asignadas.

Lo que significa que la capacitación está diseñada para permitir que los aprendices adquieran conocimientos y habilidades necesarias para sus puestos actuales. Los términos desarrollo y capacitación tienen cierta similitud en el contexto empresarial, ya que el desarrollo está centrado en el crecimiento personal del empleado y su carrera futura, que es el cargo actual. El desarrollo de personas se relaciona más con la educación y orientación hacia el futuro.

La primera etapa de la capacitación debe partir de la determinación de la necesidad de capacitación. La capacitación debe estar enfocada al desarrollo de habilidades y a la adquisición de aquellas destrezas y conocimientos directamente relacionados con el desempeño del cargo actual o de posibles ocupaciones futuras. Es decir, se trata de un entrenamiento a menudo orientado de manera directa a las tareas y operaciones que van a ejecutarse. Muchos programas que se inician solamente para capacitar concluyen ayudando al desarrollo y aumentando la potencialidad del empleado.

La capacitación a todos los niveles constituye una de las mejores inversiones del recurso humano y una de las principales fuentes de bienestar para el personal de toda la organización. En relación a los beneficios de la capacitación puede indicarse que la capacitación a todos los niveles constituye una de las mejores inversiones en recursos humanos y una de las principales fuentes de bienestar para el personal y la organización.

Los programas de capacitación y desarrollo deben contar con la aprobación de la alta dirección. Este apoyo tiene que ser verdadero y se debe comunicar a toda la organización. El respaldo se hace evidente cuando los ejecutivos proporcionan los recursos necesarios para esta función y se fortalece todavía más cuando los altos ejecutivos se involucran en la capacitación. Esta acción tiende a convencer a los empleados de la verdadera importancia de los programas de desarrollo de recursos humanos.

Antes de implementar el diseño, es necesario que a los involucrados en el mismo, se les capacite tomando en consideración principalmente su lengua materna, para que la comprensión sea clara, su nivel académico para implementar la metodología adecuada y las condiciones de vida para que comprendan la necesidad de involucrarse en nuevas alternativas de supervivencia y aprovechamiento de los recursos a su alcance. Siguiendo los fines de la Asociación Sotz'íl, se enlistan una serie de temas que son necesarios abarcar en las diferentes fases de capacitación en las comunidades o involucrados para el manejo del cultivo.

- Hongos de la especie *Pleurotus Ostreatus*, características generales e información nutricional
- Prácticas de higiene personal
- Uso de herramienta, útiles y materiales

- Manejo y conservación de recursos naturales
- Manipulación de alimentos
- Resistencia al cambio
- Uso de herramientas de control específicas del diseño de cultivo de hongos ostra.
- Los procesos del diseño de cultivo de hongos ostra
- Administración de recursos financieros
- Manejo de desechos agrícolas derivados del cultivo

Es necesario además del control constante y el seguimiento cercano para lograr la mayor eficiencia productiva de la implementación del diseño. Los involucrados fijarán el conocimiento por medio de la observación y la práctica hasta alcanzar un nivel de especialización en el proceso.

5.2. Resultados esperados de la implementación

En toda actividad y aún más importante en una inversión se espera tener resultados medidos según la actividad económica en utilidades o beneficios por habitante, Sotz'íl como organización no gubernamental (ONG), basada en sus principios toma el papel de inversionista para el diseño, sin embargo, su objetivo es dar a las comunidades bajo criterios cosmogónicos de la cultura maya, herramientas de desarrollo comunitario, para su subsistencia y mejora de su calidad de vida, esperando un beneficio económico nulo aunque la implementación del diseño genere ingresos económicos.

5.2.1. Alcance de la propuesta

El objeto principal del diseño de un sistema de producción artesanal de hongos ostra es brindarle a la Asociación Sotz'íl una herramienta que garantice

al ser implementada y dándole el seguimiento y control correspondiente, un beneficio a la población de escasos recursos. Su implementación dependerá de la planificación de actividades de Sotz'íl, la réplica en distintas comunidades está sujeta a la capacidad económica que la Asociación Sotz'íl gestione para este fin. El diseño se plantea para una duración de cinco años mostrando ser completamente capaz de recuperar la inversión, generar beneficios económicos entre otros. No se limita un área específica para su implementación, más bien puede ser implementado en cualquier lugar resguardando las condiciones citadas en el diseño.

5.2.2. Beneficios para la población involucrada

Una comunidad en la que se implemente el sistema de producción artesanal de hongos ostra principalmente obtendrá un beneficio que generará un impacto socio económico positivo en los factores y condiciones de vida que se detallan en la tabla XV.

Tabla XV. **Factores socioeconómicos positivos**

Factor	Alteración
Actividad económica	En una comunidad netamente agrícola se suma una alternativa de cultivo y de ocupación y una nueva forma de obtener ingresos.
Diversificación	Obtiene el conocimiento de producir un producto no tradicional en un tiempo relativamente corto y fuera de temporada.
Conocimiento	Se amplían los conocimientos sobre hongos.
Cosmovisión cultura y creencias	Se fortalecen al implementar un diseño amigable con el medio ambiente.
Salud	Al comprender la importancia de las prácticas de higiene personal para la no contaminación de procesos, la salud mejora paulatinamente.

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Resultados esperados

Se estiman resultados a corto mediano y largo plazo para la comunidad beneficiada con la implementación del diseño. Como resultados a corto plazo se espera que las personas obtengan nuevos conocimientos de la diversidad agrícola de la región de Chimaltenango, acepten formar parte de la iniciativa y a través de la implementación adquieran el valor del emprendimiento como vía al desarrollo.

A mediano plazo la comunidad beneficiada estará gozando de los beneficios económicos resultado de la producción de hongos ostra y el cultivo de hongos como actividad de relevancia en el cambio, el proceso estará completamente dominado y sus emprendedores se interesarán por realizar mejoras, ampliar los locales de incubación y cultivo o implementar mejoras en el proceso.

La Asociación Sotz'íl contará con una base de datos y registros resultado de los diferentes procesos llevados a cabo incorporándola a la información documental e implementado el diseño con mejoras y amplitud de experiencias en otros lugares.

A largo plazo el proceso de mejora continua hará posible que el sistema de producción artesanal de hongos ostra sea auto sostenible y que no se necesite la intervención de la Asociación Sotz'íl para su funcionamiento, manejo o control, los productores habrán creado una red de distribución directa con consumidores estableciendo de este modo micro empresas con un alto potencial de crecimiento.

5.3. Diseño de mecanismos de control de la producción

Un mecanismo de control es una herramienta que permite darle seguimiento a una actividad, utilizado para prever controlar y corregir posibles alteraciones dentro del proceso, así mismo llevar un control estricto para que los imprevistos no ocurran más de una vez. El mecanismo de control de la producción se encarga de vigilar la actividad real de fabricación de un producto, o la prestación de un servicio. Esto implica que la planificación ya se ha realizado y que la orden real para manufacturar el producto o prestar el servicio ya se ha ejecutado.

Al igual que toda empresa, negocio u organización, tienen una programación maestra, las organizaciones cuentan con metodologías para determinar cómo se ejecutará la producción. La principal diferencia entre ambos rubros, por supuesto, estriba en que la programación maestra es una actividad de planificación, mientras que el control de producción es un control de ejecución. Un ejemplo sencillo ayudará a clarificar esta distinción.

La naturaleza de la actividad determina la cantidad, cualidad y tipo de mecanismo necesario para su control, son específicas y únicos para cada sistema. Un mecanismo ya establecido para el control de la producción es el calendario de control del ciclo de la producción, el cual contiene datos importantes de primera fuente debido a que es llenado por el operario que permanece en el control de la producción, de allí la importancia del resguardo estricto de los calendarios debidamente utilizados y llenos.

5.3.1. Fichas de control de visitas de la asociación a la ubicación para el diseño de un control estadístico

Es claro que la Asociación Sotz'íl, en su quehacer controla diferentes iniciativas y no es posible llevar un acompañamiento del 100 % durante el proceso de cultivo de hongos ostra, por lo que se propone la ficha de control de visitas a las diferentes ubicaciones en donde se implementó el sistema.

El objeto de la ficha es llevar un control de las fechas de visitas a las instalaciones del cultivo, para verificar el avance y cumplimiento de los procesos establecidos en el diseño, tiempos y recabar una serie de datos pertinentes en cada una, que posteriormente se pueden tabular y obtener datos importantes para prevenir o corregir aspectos propios del proceso. El manejo y resguardo de la ficha de control es exclusivo de la Asociación Sotz'íl, y el llenado dependerá del técnico asignado para realizar la visita a la ubicación. Podrá tabularse y generarse cualquier tipo de información con base a los datos de la ficha observada en el Anexo 2.

5.3.2. Propuesta de calendarización de auditorías

Toda actividad económica que como parte de sus operaciones contempla movimientos de recursos financieros requiere del uso de herramientas mínimas que contribuyan a la administración y control de los mismos. Dichas herramientas son fundamentales para planificar y proyectar los esfuerzos. Para los administradores en las comunidades que se implemente el diseño será fundamental implementar un libro de cuentas corrientes, en el cual simplemente es necesario llevar un control reducido de los flujos de efectivo generados por la operación del sistema.

Una actividad necesita ser controlada para su registro y buen funcionamiento, Asociación Sotz'íl, es la encargada de supervisar los planes, programas y proyectos que ejecuta, por lo que será la responsable de auditar el uso de los recursos en el cultivo de hongos ostra, con base a los registros de las fichas de control de visitas y en auditorías anuales.

5.4. Retroalimentación del diseño propuesto

En el desarrollo de las actividades del proceso de cultivo de hongos ostra de forma artesanal, cada ciclo será independiente del anterior o posterior y diferente uno del otro, cada uno presentará sus propios inconvenientes y su desarrollo al igual que su producción son completamente variables. De lo anterior surge la necesidad de utilizar de forma correcta cada una de las herramientas planteadas en el diseño, con el objeto de lograr una mejora continua. El ciclo del proceso es una ventaja porque permite que en un lapso de dos meses se retroalimente el sistema con la información de los procesos anteriores y se tomen medidas preventivas o correctivas.

5.4.1. Oportunidades de mejora

El diseño está planteado para que se comprenda, sea funcional y factible, sin embargo, la realización repetitiva de las actividades generan paulatinamente que se realicen ciertas observaciones y surjan propuestas de mejora que se reflejan directamente en los resultados. Se prevé que hay muchos campos para mejorar el sistema de producción artesanal de hongos ostra, su desarrollo empujará que a largo plazo cada campo sea tomado en cuenta con base a las necesidades.

Por ejemplo en el desarrollo de este diseño se eligió como sustrato de producción el olote de maíz pero ¿Qué pasa con los otros sustratos?, probablemente en un futuro se tenga la capacidad y el conocimiento para implementar un sistema de producción con un sustrato diferente, o una combinación de los conocidos. El campo de los suplementos para los sustratos y su utilización es otra oportunidad de mejora, cuando se refuerzan las cualidades del olote de maíz para el crecimiento del hongo ostra, con otros materiales o sustratos más escasos y en cantidades menores con el objeto de mejorar la eficiencia biológica de la producción.

Evidentemente con el paso del tiempo el diseño se convertirá en un sistema auto sostenible, cuyo proceso puede modificarse a nuevas formas reduciendo tiempos a fin de lograr óptimas condiciones de producción.

Para los administradores del sistema es una gran oportunidad de crear micro empresas de un producto no tradicional y escaso en el mercado, crear redes de distribución con un mercado meta.

La diversidad del recurso fúngico abre ampliamente a indagar sobre la domesticación de otras especies para someterlas a un proceso de domesticación y ofertas al mercado. Por otra parte la Asociación Sotz'il, puede tomar a comunidades con experiencia y conocimiento empírico para fortalecer nuevas implementaciones.

CONCLUSIONES

1. La importancia de las Organizaciones No Gubernamentales ONG, en una sociedad radica en su contribución que busca beneficios destinados a los sectores con escasez de recursos, limitación de oportunidades y condición precaria de vida.
2. Los hongos constituyen el segundo grupo de organismos más abundante de la biósfera después de los Artrópodos. En Guatemala, se han reportado un total de 285 especies de macromicetos, entre ellas 113 especies son utilizadas como comestibles en diferentes regiones del país y en Chimaltenango se puede encontrar la mayoría de ellas, lo cual representa la mayor oportunidad para la iniciativa.
3. La especie *Pleurotus Ostreatus*, se adapta para crear una amplia variedad de substratos lignocelulosos. El diseño se desarrolló utilizando como substrato de producción el olote de maíz, y describiendo paso a paso el método ideal para desarrollar cada una de las actividades desde la selección del substrato hasta la cosecha en su última oleada, se determinó para el ciclo total de producción una duración de 52 días.
4. Basado en el diseño de un sistema de producción artesanal de hongos ostra, la tecnología propuesta el mismo es simple y se necesita para su desarrollo una serie de herramientas y materiales comúnmente conocidos e instalaciones adaptadas a condiciones ambientales mínimas de temperatura y humedad, el costo de inversión es relativamente bajo, ofreciendo una alternativa de inversión.

5. Resultado del análisis financiero, del flujo de efectivo cuando el diseño se implementa y se evalúa según su capacidad de producción por un período de cinco años, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), representan la viabilidad de la inversión.
6. El diseño del sistema de producción artesanal de hongo ostra es ciento por ciento auto sostenible, puede implementarse, generar fuentes de trabajo y de ingresos, a través del método de fácil manejo y con tecnología que necesita de un esfuerzo de capacitación para los involucrados.
7. El olote de maíz es el mejor substrato o materia prima seleccionado por las ventajas que presenta sobre otros, para la producción de hongos ostra, la producción de maíz de las áreas rurales de Guatemala, garantiza su disponibilidad y el mayor aprovechamiento de los recursos naturales.

RECOMENDACIONES

1. Apoyar toda clase de iniciativa que contribuya al desarrollo de las comunidades más necesitadas en Guatemala, estas pueden llegar a generar la independencia económica de las familias en condiciones precarias de vida.
2. Las comunidades rurales conocen la diversidad natural que existe en el ecosistema, su cuidado y conservación son prioritarios y de una importancia significativa en los estilos de vida de las mismas, por lo que es necesario enseñar y definir claramente los objetivos y alcances al implementar el diseño para beneficio propio.
3. Implementar y operar bajo estrictos controles de la producción para retroalimentar el diseño, establecer mecanismos de control y documentar cada actividad del proceso, desarrollar en los operarios la importancia de las buenas prácticas de manufactura como garantía de su producto.
4. Capacitar a los miembros de la comunidad para la cual se implementa el diseño, en el uso adecuado de los recursos naturales y físicos, la buena utilización, mantenimiento y resguardo de los mismos disminuyen la probabilidad de obstaculizar procesos o iniciativas de este tipo.
5. Implementar el diseño simultáneamente en comunidades con climas similares y evaluar su evolución progresiva, con el objeto de crear una red de distribución con un mercado meta para la venta de cantidades de producto terminado adaptadas a la demanda actual.

6. Resguardar los registros de los ciclos productivos como única forma de realizar un historial de datos que provea información real para realizar análisis estadísticos a corto, mediano o largo plazo.

7. La Asociación Sotz'íl debe continuar brindando oportunidades y ser abierta a la atención de nuevas propuestas que contribuyan al logro de sus objetivos, existen muchas iniciativas las cuales puede adoptar y apoyar, conservar y fortalecer su función autogestionaria para su crecimiento y ampliación de sus beneficiarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARDÓN LÓPEZ, Carlos Esduardo. *Evaluación de pericarpio de jacaranda (Jacaranda mimosaeifolia) y pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), para el cultivo artesanal del Hongo Ostra (Pleurotus ostreatus, Ecosur-0112)*. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 2004. 100 p.
2. ARDÓN LÓPEZ, Carlos Esduardo. *La producción de los hongos comestibles*. Trabajo de graduación de Maestría en Docencia Universitaria con Especialidad en Evaluación Educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, 2007. 207 p.
3. CANO ROMERO, Alberto Ibrahim. *Descripción de la gestión colectiva de los recursos naturales en el bosque de la aldea nueva, San Pedro Pínula, Jalapa*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 2009. 168 p.
4. CEBALLOS ALECIO, Duarlen Amilcar. *Evaluación del rastrojo de maíz (Zea mays) L. y Hojarasca de Roble (Quercus peduncularís) Previo al cultivo artesanal del Hongo Ostra (Pleurotus Ostreatus Ecosur-0112)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 2007. 54p.

5. CHAFCHALAF PEÑA, Rosario de María. *Estudio de métodos para el desarrollo de los hongos ostra en Huehuetenango, en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 74 p.
6. CHIROY BARRENO, Fredy Antonio. *Programación en la línea de producción de un producto alimenticio, para consumo de comida rápida mediante una demanda pirobalística en una Empresa Panadera Artesanal*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2012. 177 p.
7. GAITAN HERNÁNDEZ, Rigoberto. *Evaluación in vitro del hongo comestible Pleurotus eryngii; Efecto de diferentes suplementos orgánicos en el crecimiento micelial y producción de cuerpos fructíferos*. Revista mexicana de micología 21, 2005. 8 p.
8. GIL ESCOBAR, Ramiro Arnoldo. *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.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 2012. 133 p.
9. GIRON DUARTE, María del Carmen. *Elaboración de la monografía del municipio de Chimaltenango departamento de Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Lic. en Pedagogía y Administración Educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, 2009. 104 p.

10. GODOY MENDEZ, Carmen Rosa. *Cultivo de una cepa mexicana de Pleurotus Ostreatus utilizando como substrato aserrín de caoba y cedro, fibra de coco y olote de maíz*. Trabajo de graduación de Químico Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1997. 59 p.
11. IMBAQUINGO QUIMBIULCO, Nélica Alexandra. *Estudio de factibilidad para la implementación y comercialización de un cultivo de Hongos Ostra (Pleurotus Ostreatus) en la comunidad La Josefina de la Parroquia Cangahua, Cayambe-Ecuador 2011*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Ingeniería Agropecuaria. 2012. 146 p.
12. Instituto Nacional de Estadística. *Encuesta nacional agropecuaria 2014*. 2015. 43 p.
13. MORÁN CRUZ, Gabriela María. *Obtención y caracterización de los extractos de los Hongos Ostra (pleurotus ostreatus jacq. ex fries), shiitake (lentinula edodes berk. pegler), y reishi (ganoderma lucidum curtis: fries karsten)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2013. 132 p.
14. PAZ OVALLE, Jonathan Isaí. *Estudio de factibilidad para una línea procesadora de pimienta gorda*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 142 p.

15. PÉREZ MERLO, Rosalina. *Cultivo y selección de cepas de Pleurotus Ostreatus y P. Pulmonarius en viruta de pino: obtención de nuevas cepas y evaluación de su producción*. Revista mexicana de micología 20, 2005. 7 p.
16. PÉREZ ROLDAN, Briceyda Jeanethe. *Descripción de las características macroscópicas, de cultivo in vitro de cepas de Pleurotus aisladas en Guatemala*. Trabajo de Graduación de Químico Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2006. 63 p.
17. SOSA LEIVA, Oscar Ovidio. *Evaluación de cuatro sustratos para la producción artesanal del hongo ostra (Pleurotus Ostreatus), bajo condiciones controladas, en el municipio de La Unión, Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Agrónomo. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, 2012. 80 p.
18. TAWFIK, Louis. *Administración de la producción*. México: McGraw-Hill, 1984. 404 p.
19. ULRICH, Karl T. *Diseño y desarrollo de productos*. 5ta. Edición. México: McGraw Hill, 2013. 409 p.
20. VELAZQUEZ MASTRETTA, Gustavo. *Administración de los sistemas de producción*. 5ta. Edición. México: Limusa, 1983. 290 p.

Apéndice 2. Ficha de control de visitas

Asociación Sotz'il ONG
FICHA DE CONTROL DE VISITAS

Nombre del proceso: Producción artesanal de hongos ostra

Fecha de inicio: _____

Nombre del técnico que visita: _____

Nombre del operario: _____

Ubicación: _____

Tipo de semilla utilizada: _____

Cantidad de semilla utilizada: _____

Numero de producción del año: _____

Anote el día y las observaciones del proceso.

Actividad	DÍA FECHA	OBSERVACIONES
Siembra		
Incubación		
Crecimiento		
Primera cosecha		
Evaluación de sustrato y desecho		

PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROCESO Y CONTROL DEL PRODUCTO

Número de bolsas desechadas: _____ Causa:

Libras producidas en la primera cosecha: _____ lbs

Libras producidas en la segunda cosecha: _____ lbs

Libras producidas en la tercera cosecha: _____ lbs

TOTAL: _____ lbs

Libras para consumo del productor: _____ lbs

Libras vendidas: _____ lbs Total ingreso de la producción: Q. _____

F. _____

Técnico supervisor

Nombre: _____

Vo.Bo. _____

Encargado de proyectos

Asociación Sotz'il

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.