

UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA

AGROINDUSTRIAL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

AGROINDUSTRIAL

**SISTEMA DE IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVO DEL
HONGO *Pleurotus ostreatus* A PARTIR DE RESIDUOS
GENERADOS DE LAS MADERERAS EN EL DISTRITO
DE VILLA EL SALVADOR**

PRESENTADO POR EL ALUMNO:

GIANCARLO LOZADA TIJERO

LIMA-PERU

2016

INDICE

PORTADA.....	01
INDICE.....	02
INTRODUCCIÓN.....	04
I. PLANTEAMIENTO DEL TEMA	
1.1. DESCRIPCIÓN.....	05
1.2. OBJETIVOS.....	05
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	05
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	05
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	05
1.3.1. JUSTIFICACION.....	05
1.3.2. IMPORTANCIA.....	06
1.4. LIMITACIONES.....	06
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. ANTECEDENTES.....	07
2.1.1. DESHIDRATACIÓN Y ADECUACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	11
2.1.2. MEZCLA DE LOS MATERIALES QUE CONFORMARON EL SUSTRATO DE CRECIMIENTO.....	11
2.1.3. SEMILLA.....	12
2.1.4. ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE SUSTRATO.....	12
2.1.5. INOCULACIÓN.....	13
2.1.6. INCUBACIÓN.....	13
2.1.7. FRUCTIFICACIÓN.....	14
2.1.8. COSECHA Y PESAJE DE LOS CARPÓFOROS.....	14
2.1.9. GENERALIDADES.....	15
2.1.10. PRUEBA SENSORIAL.....	15
2.2. BASE TEÓRICAS.....	17
2.2.1. SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL.....	17
2.2.2. CONDICIONES BÁSICAS DE LA HIGIENE EN LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS.....	20
2.2.3. EDIFICACIÓN E INSTALACIONES.....	21

2.2.4. ÁREA DE LABORES.....	22
2.2.5. SERVICIOS BÁSICOS.....	24
2.2.5.1. AGUA.....	24
2.2.5.2. ILUMINACIÓN.....	25
2.2.5.3. VENTILACIÓN.....	26
2.2.6. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.....	26
2.2.6.1. RESIDUOS LÍQUIDOS.....	26
2.2.6.2. RESIDUOS SOLIDOS.....	26
2.2.7. REQUISITOS HIGIÉNICOS DE FABRICACIÓN.....	27
2.2.7.1. CONDICIONES GENERALES.....	27
2.2.8. OPERACIONES DE FABRICACIÓN.....	28
2.2.9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	29
2.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	29
III. CONCLUSIONES.....	31
IV. RECOMENDACIONES.....	32
V. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	33
VI. ANEXOS.....	36

INTRODUCCIÓN

Es posible minimizar la contaminación del medio ambiente con el proyecto de cultivar hongos *Pleurotus ostreatus*, ya que estos se desarrollan en sustratos orgánicos debidamente esterilizados y luego convirtiéndose en alimento para la población. La factibilidad de consumir hongos fomentaría una cultura de segregación de los residuos sólidos orgánicos y contribuiría a generar buenos hábitos alimenticios. El hongo *Pleurotus ostreatus* es comparado con el pescado por las propiedades nutritivas que lo componen, actualmente hay demanda de productos que mejoren la salud de las personas y también que sean ricos al paladar de la gente.

Este hongo se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o ricos en fibra como troncos, ramas y bagazos. Para su cultivo se pueden utilizar materiales que contengan una composición similar a los que utiliza para crecer en su ambiente natural. Dentro de estos materiales se encuentran los residuos agroindustriales, los cuales en la mayoría de los casos no son reutilizados sino simplemente son quemados o arrojados a los basureros, quebradas y ríos, sin tratamiento previo, y contribuyen de esta manera al daño del ecosistema

I. PLANTEAMIENTO DEL TEMA

1.1. DESCRIPCIÓN.

El presente estudio está enfocado en utilizar los residuos generados de las madereras del distrito de villa el salvador, con la posibilidad de compararlo con distintos sustratos en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* determinando su eficiencia biológica, las Buenas Prácticas de Manufactura y mejora continua del proceso.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Comparar distintos desechos agroindustriales generados en la producción del hongos *Pleurotus ostreatus*.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la inocuidad en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Detallar el proceso de producción del hongo *Pleurotus ostreatus* en su estado fresco.
- Mostrar la eficiencia biológica de cada sustrato en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Determinar el mejor sustrato en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* de los cuatro residuos agroindustriales presentados.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo será de utilidad para futuros emprendedores con poco capital para iniciar un negocio y con interés en aprovechar los residuos orgánicos desechados diariamente por las empresas dedicadas al trabajo con maderas, además de contribuir con la diversificación de actividades agroindustriales sin alterar el medio ambiente.

1.3.2. IMPORTANCIA.

El Proyecto serviría como guía para ejecutar un negocio y a la vez, podría facilitar la obtención de una certificación de Buenas Prácticas de Manufactura, y el manejo de HACCP para tener un mejor control del proceso productivo en la obtención del hongo *Pleurotus ostreatus*, de tal manera que permitirá ofrecer un producto de calidad.

1.4. LIMITACIONES

- Escasez de recursos financieros para desarrollar el proyecto.
- La falta de motivación del trabajador para mejorar su trabajo.
- Desconocimiento de los clientes relacionado con el consumo de hongos *Pleurotus ostreatus*.
- Tiempo para desarrollar el proyecto podría afectar al interés de futuros inversionistas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Se estima que existen alrededor de 70.000 especies de hongos Macromycetes conocidos e identificadas, de las cuales aproximadamente 5.000 son setas comestibles en algún grado y 2.000 son setas comestibles de buena calidad. Se ha reportado que solamente 100 de estas especies comestibles se han investigado experimentalmente, de las cuales solamente 50 se han desarrollado con fines económicos, y de estas solo 30 especies comestibles se cultivan a escala comercial y 6 a escala industrial (pire, 2001).

A nivel alimenticio, los hongos comestibles, poseen el doble del contenido de proteínas que los vegetales y disponen de los nueve aminoácidos esenciales, contando con leucina y lisina (ausente en la mayoría de los cereales). Así mismo, poseen alta cantidad de minerales (superando a la carne de muchos pecados), bajo contenido de calorías y carbohidratos. También se caracterizan por tener conocidas y reportadas propiedades medicinales como producir retardo en el crecimiento de tumores, disminuir los niveles de colesterol en la sangre, poseer sustancias antioxidantes e inmunomoduladoras (Romero y colaboradores, 2000).

Son apetecidos ampliamente por su excelente sabor en platos de comida gourmet, por ende la producción de hongos actualmente moviliza cientos de millones de dólares y miles de puestos de trabajo en toda América, particularmente en América Latina ya que esta región tiene gran potencial para el cultivo de las especies comestibles por la variedad de climas que poseen la gran diversidad de residuos orgánicos que se genera en los diferentes cultivos agrícolas (Torres, 2003).

Uno de los hongos comestibles que más se ha estudiado y cultivado durante los últimos años es *Pleurotus ostreatus* debido a la facilidad de cultivo y a su gran potencial económico y calidad nutricional. Este hongo se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o rico en fibra como troncos, ramas y bagazos. Para su cultivo se pueden utilizar otro

tipo de materiales que contengan una composición similar a los residuos que utiliza para crecer en su ambiente natural. Dentro de estos materiales se encuentran los residuos agroindustriales, los cuales en la mayoría de los casos no son reutilizados sino simplemente son quemados o arrojados a los basureros, quebradas y ríos sin ningún tratamiento previo lo que contribuye al daño de los ecosistemas (Oei, 2003)

Los hongos se dividen en microscópicos y macroscópicos. En caso de los hongos macroscópicos, el micelio está representado por la masa de apariencia algodonosa y por lo regular blanquecina que forman un cuerpo de reproducción asexual y/o sexual. Los hongos macroscópicos son también llamados hongos Macromycetes y presentan distribución cosmopolita debido a que pueden desarrollarse en cualquier tipo de clima, existiendo variedad de géneros que pueden crecer entre 4 y 60 °C desde el nivel del mar hasta por encima de los 4000 m.s.n.m. y en diferentes tipos de maderas (Koneman, 1997; Stamets, 2003)

Los hongos se reproducen por esporas, estas son lanzadas al exterior al abrirse el píleo para la propagación de la especie. La spora es transportada por el viento y depositada en un lugar favorable con condiciones adecuadas, permitiendo que la spora germine formando un largo filamento de células vivas denominado hifa. La hifa crece a partir de su extremo permitiéndole deslizarse hacia adelante. El material vegetal encontrado en su camino es descompuesto por medio de enzimas liberadas hacia el exterior de la hifa. Los nutrientes liberados son absorbidos y utilizados para sustentar el crecimiento y la fructificación (Pire, 2001).

De esta manera, cualquier alimento encontrado es eficientemente recogido y la colonia se expande para localizar nuevas fuentes de alimento (Solomon y colaboradores, 1996). La reiterada ramificación y el crecimiento de las hifas forman la extensa red de células llamadas micelio que es la parte vegetativa del organismo fúngico. A la intemperie, los micelios de la seta pueden observarse a menudo creciendo bajo la corteza suelta que queda sobre los árboles caídos o dentro de pilas de hojas o de broza del bosque,

donde aparece como un crecimiento piloso de color blanco (Pire, 2001).

El cultivo de hongos comestibles es una actividad productiva que no posee etapas o procesos que afecten el medio ambiente, por el contrario, en él se utilizan materiales de origen vegetal y animal, y se simula lo que ocurre en la naturaleza. Los materiales que se utilizan en la preparación del sustrato para el cultivo de hongos, comúnmente son residuos que se obtienen de la agroindustria como pajas de cereales, aserrín, papeles, cartones, etc, y de la crianza de animales como estiércoles de caballo, pollos, conejos, entre otros. Para la descomposición de estos materiales las mezclas de crecimiento de los hongos cultivables necesitan igualmente suplementos nitrogenados como sulfato de amonio, superfosfato, urea. Etc (Regés, 1990).

La producción de hongos comestible, especialmente de la especie *Pleurotus ostreatus*, se ha convertido en una actividad importante para familias de diversas comunidades rurales, la misma, representa una alternativa de ingresos extra a los percibidos por concepto de mano de obra no calificada en fincas, construcción. Esta alternativa, permite que estas familias mejoren la economía familiar de subsistencia, para convertirla en una economía sustentable que les permita alcanzar mejores condiciones de vida. Hay muchas formas de producir esta especie de hongo: se pueden usar bolsas colgadas, tarimas de madera o de cedazo inoxidable: además, existe diversidad de materiales orgánicos que pueden usarse como sustrato para la producción, como: pulpa de café, olote de maíz, gavilla de frijol, hojarasca, cascabillo de café, pasto, bagazo de caña de azúcar o de maíz. Además, esta actividad es 100% orgánica y permite utilizar los sub productos derivados de los procesos de transformación de productos agrícolas. Según (Maroto, 1995). Puede resumirse que la especie tiene características de ser xilófago, por lo cual se los cultiva en diversos sustratos (aserrín de maderas no resinosas o paja distintas malezas provenientes de cultivos) obtenidos de sobrantes de la industria agrícola y maderera.

Dice (Flores, 2007), México tiene una amplia variedad de diversidad de especies de hongos, particularmente en el estado de Morelos, donde también existe una tradición ancestral por el consumo de hongos comestibles silvestres. Esta diversidad fúngica y cultura son la base para la conservación de las zonas boscosas (los hongos comestibles silvestres constituyen un alimento muy apreciado por las comunidades indígenas y campesinas, principalmente en los bosques húmedos de coníferas y encinos en las regiones templadas. Es notoria la comercialización de hongos comestibles en diferentes mercados del estado de Morelos, lo que demuestra el amplio conocimiento tradicional y la relevancia de la actividad para complementar el ingreso familiar.

Los hongos comestible del genero *Pleurotus*, también llamados setas, son organismos que utilizan selectivamente la lignina para su crecimiento. Debido a que este compuesto químico actúa como una barrera para la degradación biológica de los residuos lignocelulosicos, estos se acumulan en grandes cantidades. La alternativa de utilizar los residuos vegetales como sustratos para el cultivo de setas tiene importancia en la actualidad, por que se están implementando tecnologías para la producción de un alimento de consumo de calidad nutricional aceptable, incidiendo directamente sobre un problema grave de contaminación. A través del tiempo se ha buscado la utilización de nuevos sustratos para el cultivo de setas, probándose gran cantidades de materiales lignocelulosicos, determinándose la factibilidad de su empleo en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. La implementación de una biotecnología que utilice los materiales lignocelulosicos para la producción a nivel piloto de dicho alimento, con fines comparativos con respecto a las tecnologías ya existentes que utilizan este recurso, lo que indican (Kirnk y Conors, 1977)

Se llevó a cabo la evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, para determinar el residuo sobre el cual este hongo genera mejor crecimiento y producción. Los sustratos evaluados fueron residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca (capacho de uchuva, cáscara de arveja y tusa de maíz); teniendo como sustrato control el aserrín de roble. Las

mezclas a evaluar fueron empacadas en bolsas de 1Kg de volumen de mezcla de sustrato, del cual el 78% fue el residuo agroindustrial. Se esterilizaron e inocularon con 30g de semillas de *Pleurotus ostreatus*, adquiridas comercialmente. Se evaluó el tiempo de corrida del micelio, el diámetro de los carpóforos, el número de hongos producidos por bolsa, el peso fresco, la eficiencia biológica y el rendimiento de cada uno de los sustratos trabajados. Finalmente, el mejor sustrato para el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* fue el capacho de uchuva ya que alcanzó una eficiencia biológica de 76.1% en un período total de producción de 41 días y una rentabilidad de 39.03 Kg/m² con excelentes características organolépticas, considerándose así un sustrato adecuado y eficiente para el cultivo de este hongo (Fernández, 2004).

2.1.1. DESHIDRATACIÓN Y ADECUACIÓN DE LOS RESIDUOS.

Todos los residuos fueron seleccionados y sometidos a un proceso de secado mediante la exposición directa al sol hasta que se vieran físicamente secos, es decir, hasta el momento en que al someterse a presión manual se convirtiera en serrín de cada residuo (García, 2003). Luego, se realizó un tratamiento de corte y molido, con la ayuda de un molino industrial con motor de 4½ HP de energía trifásica de una empresa molinos pulverizadores, para obtener un tamaño de partícula 1.52 – 3.35 mm (Miles y Chang, 1997).

2.1.2. MEZCLA DE LOS MATERIALES QUE CONFORMARON EL SUSTRATO DE CRECIMIENTO.

Se realizó la mezcla de los componentes necesarios para el sustrato de acuerdo a la formulación descrita en para cada residuo. Se determinó la humedad apropiada de cada mezcla de sustrato por medio de la prueba del guante (Fernández, 2004). El salvado de trigo, la cal y el azúcar blanco fueron obtenidos comercialmente.

2.1.3. SEMILLA

La expansión de masa de micelio que busca potenciar metabólicamente al hongo para que se encuentre en condiciones ideales y así poder crecer

eficientemente en los sustratos de producción (Stamets, 2000). El hongo se obtiene a partir de cultivos puros que se mantienen criopreservados en agar o de un aislamiento a partir de la zona himenial de un cuerpo fructífero.

De estos cultivos se transfiere el micelio a tubos de ensayo que contienen agares nutritivos, y de allí a cajas de Petri o botellas planas que contienen agares nutritivos para hongos para incrementar el micelio. Luego se prepara la semilla utilizando granos de cereales como trigo, millo, cebada, sorgo o arroz. El procedimiento consiste en hidratar mediante calor el grano del cereal hasta una humedad del 45%, lo que en la práctica se consigue lavando el grano para retirarle impurezas adicionar agua hasta cubrirlo y hacer una cocción de 15 minutos aproximadamente. Luego de obtener la humedad, el hongo crecido en agar se transfiere al cereal utilizado y se le proporcionan las condiciones de incubación óptimas de crecimiento dependiendo de la especie que se quiera (Rodríguez y Gómez, 2001).

2.1.4. ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE SUSTRATO

La mezcla se empacó en bolsas de polietileno de alta densidad con dimensiones de 15 x 30 cm, de 1 Kg. De capacidad de volumen de mezcla de sustrato en cada una. Cada bolsa se cubrió con collares plásticos de tubos de PVC (5 cm de diámetro y 2 a 3 cm de largo), cubriéndolos con papel periódico y se esterizaron por 30 minutos a 20lb., de presión constante (Miles y Chang, 1997). Para determinar la eficiencia de la autoclave se colocó cinta indicadora de esterilidad y se preparó una bolsa en cada uno de los tratamientos sin la adición de la semilla de *Pleurotus ostreatus* para determinar la esterilidad.

2.1.5. INOCULACIÓN.

La inoculación se realizó en cada una de las bolsas, suministrando una sola vez durante todo el proceso 30g de semilla por cada bolsa de 1Kg.

De capacidad de volumen de mezcla de sustrato evaluado (Fernández, 2004). La semilla certificada de viabilidad y pureza, fue adquirida en una distribuidora de semillas de setas, lista para ser inoculada en cada uno de los sustratos y se mantuvo bajo las condiciones estipuladas por la casa comercial.

Consiste en adicionar la semilla del hongo al sustrato ya preparado y estéril, y se debe realizar en un sitio cerrado sobre un mesón previamente desinfectado para evitar que se presente contaminación en la fase del establecimiento micelial (Rodríguez y Gómez, 2001).

2.1.6. INCUBACIÓN

Se realizó en un cuarto cerrado con un promedio de temperatura de 24 a 26°C y un rango de humedad relativa entre 70-80% sin iluminación (Romero et al, 2000; García, 2003; Fernández, 2004). Entre anaquel y anaquel se manejó una distancia de 90 cm. Cada anaquel de cinco bandejas entre las cuales había una distancia de 50 cm. Los bloques de sustrato de los diferentes residuos agroindustriales evaluados se distribuyeron al azar dentro del cuarto en cada uno de los anaqueles (Fernández, 2004).

En la fase de incubación se busca que el micelio invada totalmente el sustrato por medio de la optimización de las condiciones ambientales. Se debe realizar en un cuarto cerrado y oscuro. Las bolsas pueden acomodarse en estanterías metálicas o colocarse directamente en el suelo. Es necesario que la temperatura en el sitio de incubación permanezca alrededor de 20 a 28 °C, con una humedad relativa alrededor del 70 a 80% y escasa iluminación, teniendo en cuenta que estas características pueden variar dependiendo de la especie (Fernández, 2004).

2.1.7. FRUCTIFICACIÓN

Se mantuvo la temperatura entre 18 y 20°C con un rango de humedad relativa de 80-93% (Fernández, 2004). La luz se suministró utilizando

tubos fluorescentes, de intensidad lumínica de 60 a 500 unidades lux durante un período de 8 a 12 horas diarias.

La fase de fructificación comienza una vez el sustrato es invadido por el micelio del hongo y se logran observar primordios o pines, los cuales formarán el cuerpo fructífero. Para esta fase es necesario cambiar las condiciones del cultivo aumentando la humedad relativa y las condiciones de luminosidad para inducir la formación de los hongos. Para optimizar la fase de fructificación se debe manejar una temperatura diferente a la de incubación que se asemeje a la temperatura del hábitat natural donde crece el hongo (Fernández, 2004).

2.1.8. COSECHA Y PESAJE DE LOS CARPÓFOROS

La recolección se hizo de forma manual cortando con una cuchilla estéril y el peso de los carpóforos se determinó inmediatamente después de su corte por medio de una balanza analítica SSH modelo No.5005. Este procedimiento se realizó durante las tres cosechas estipuladas (Fernández, 2004).

La cosecha es la fase en la cual se realiza la recolección de los cuerpos fructíferos. Comúnmente, se realiza de forma manual haciendo un movimiento de torsión sobre la base del estípe o utilizando una cuchilla estéril para evitar contaminaciones posteriores en los puntos del sustrato donde creció el hongo. Así mismo, la cosecha se divide en tres periodos, el primero en el cual se recoge el 50% de la producción, el segundo en donde se recoge el 30% y el tercer periodo solamente el 20% de la producción. Habitualmente, en el cultivo de hongos no se recoge más de tres cosechas ya que la productividad es muy baja y el riesgo de contaminación es más frecuente (Oei, 2003).

2.1.9. GENERALIDADES

Pleurotus ostreatus es un hongo saprofítico o parásito débil, descomponedor del grupo de la podredumbre blanca que crece de forma

natural en árboles como aliso, balsa y arce, principalmente en los valles de los ríos. La palabra *Pleurotus* viene del griego “*pleuro*”, que significa formado lateralmente o en posición lateral, refiriéndose a la posición del estípite respecto al píleo. La palabra *ostreatus* en latín quiere decir en forma posición del estípite respecto al píleo. La palabra *ostreatus* en latín quiere decir en forma de ostra y en este caso se refiere a la apariencia y al color del cuerpo fructífero (Stamets, 2000).

Pleurotus ostreatus posee un píleo regularmente de 4 a 13 cm de diámetro, aunque ocasionalmente puede presentar tamaños mayores de acuerdo a las condiciones de fructificación. La superficie superior puede presentar color variable según la intensidad de la luz, con tonos entre blanquecinos, grises o azulados. Su margen es suave, delgado, ondulado y ocasionalmente enrollado (Stamets, 2000; Cardona y Bedoya, 1996).

2.1.10. PRUEBA SENSORIAL.

Los hongos producidos en los diferentes sustratos fueron evaluados en su presentación en fresco y en forma salteada. Para esto se realizó una prueba sensorial discriminativa de ordenamiento con la asesoría de la nutricionista dietista, Martha Lucía Borrero, docente de la Facultad de Ciencias de La Pontificia Universidad Javeriana. La prueba se realizó suministrándoles a 30 catadores no entrenados ocho muestras, tanto en fresco como en forma salteada, y se les pidió que las colocarán en orden decreciente de acuerdo a su criterio de preferencia frente al sabor de las mismas diligenciando un formato de evaluación (Anzaldua, 1994; Carpenter et al., 2002).

En este estudio se pudo observar que *Pleurotus ostreatus* generó un porcentaje eficiencia biológica de 70% sobre el aserrín de roble como sustrato control, el cual al ser comparado con (Shan et al, 2004), quienes reportan un porcentaje de eficiencia biológica de 64,69% y (Hami, 2005) de 69,88% en aserrín de roble, se puede determinar que son resultados similares.

Por lo tanto, se puede corroborar que la utilización de aserrín de roble como control en este estudio arrojó resultados similares a otros autores ya que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados registrados en el estudio y en estudios similares ($p=2.9432 \times 10^{-11}$), teniendo en cuenta que se manejaron las mismas condiciones de cultivo, iguales porcentajes de inoculación de semilla, la misma proporción de mezcla de sustrato y la misma cantidad de cosechas (Miles y Chang, 1997).

Desde el punto de vista estrictamente nutricional, los hongos son una magnífica fuente de alimentos debido a su alto contenido proteínico (20-30% de su biomasa seca, con todos los aminoácidos esenciales para la dieta humana), así como a la presencia de vitaminas B y D, y de quitina como fuente de fibra dietética. Por si esto fuera poco, son alimentos bajos en grasas y, como veremos más adelante, carecen por completo de colesterol (Moore & chiu, 2001).

Dicho concepto fue introducido en Japón a mediados de 1980 del siglo pasado, donde este tipo de platillos recibieron el nombre “Alimentos para el uso específico de la salud” (FOSHU, por sus siglas en inglés) [Roberfroid, 2000; Shimizu, 2002]. Actualmente, este tipo de alimentos van ganando aceptación en el mercado de muchos países económicamente desarrollados, entre los cuales podemos mencionar a E.U.A., China, los países miembros de la Unión Europea, Nueva Zelanda, China, Corea y, por supuesto, Japón (Buttriss, 2000; Shimizu, 2002).

En términos generales, cuando hablamos de alimentos funcionales, nos referimos a: Alimentos convencionales que contienen sustancias bioactivas naturales, productos que han sido enriquecidos con sustancias benéficas, o bien a los que se le han quitado componentes nocivos; y alimentos en los cuales la naturaleza de uno o más de sus componentes ha sido modificada (Roberfroid, 2000).

Es bien conocido que los eucariotas sintetizan esteroides a partir del escualeno, para posteriormente conformar su membrana celular (Patterson & Ness, 1991); así, en el caso de los animales, estos presentan el conocido colesterol, mientras que las plantas contienen β -sitosterol, entre otros esteroides, y los hongos ergosterol (Trigos & Ortega-Regules, 2002). En el ergosterol, cabe destacar su potente actividad como inhibidor del crecimiento del cáncer de vejiga en ratas y de la peroxidación lipídica dependiente del hierro en las membranas, así como otras propiedades que incluyen la reducción del dolor asociado a la inflamación, la inhibición del crecimiento de tumores cancerosos y la disminución en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, así como una importante actividad antioxidante y antimicrobiana (Kobori et al, 2007).

Por si todo lo anterior no fuese suficiente, el ergosterol que se ingiere como parte de la dieta puede ser metabolizado en nuestro organismo para generar vitamina D₂ (Trigos & Martínez-Carrera, 1999), entre otros productos bioactivos, algunos de los cuales se cree que inhiben el crecimiento de melanomas (Yuan et al., 2006). La vitamina D₂ o ergocalciferol es importante porque regula la homeostasis del calcio y el fósforo.

2.2. BASE TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

La implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, del inglés: Hazard Analysis Critical Control Points), ha venido a ser de suma utilidad y altamente efectivo como una alternativa para la prevención y optimización en los sistemas de inocuidad de los alimentos. El fundamento de este sistema propone la identificación de posibles peligros y sugerir medidas preventivas y correctivas para su adecuado ordenamiento y control, con objetivo primordial de minimizar el riesgo de ocurrencia, garantizando la inocuidad de los alimentos (Charisis, 2004).

En términos generales, la industria de los alimentos no puede ni debe ver la implementación de un sistema de inocuidad como un factor aislado e independiente. La existencia y cumplimiento de los prerequisites, viene a conformar la base de un sistema de prevención. En otras palabras podemos decir que la falla en este rubro da lugar a severos señalamientos por contaminaciones, así como de productos no conformes e incluso peligrosos para la salud de los consumidores. Al integrar adecuadamente los diferentes sistemas de calidad, inocuidad, análisis de riesgo e ISO existentes se logra obtener el máximo beneficio y el menor riesgo posible (ICMSF, 1991).

A nivel mundial, existe la tendencia hacia la exigencia en la implementación y seguimiento de normativas que se inclinan hacia la prevención de riesgos, particularmente en lo que se refiere a alimentos. Entre las principales herramientas para implementar un sistema completo por la inocuidad alimentaria en una planta transformadora y empacadora de vegetales están los prerequisites del sistema HACCP, como lo son: BPA, BPM, SSOP, entre otros (FDA, 1997).

Las BPM son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación. Es indispensable que estén implementadas previamente, para aplicar posteriormente el sistema HACCP (Análisis de Peligros u Puntos Críticos de Control), un programa de gestión de la Calidad Total (TQM) o un sistema de calidad ISO 9000 (Duran Ramírez, 2006).

Para garantizar la seguridad del producto, se debe comenzar por verificar que las materias primas usadas sean de excelente calidad y estén exentas de contaminantes (físicos, químicos y biológicos). Por otro lado, es importante que sean almacenadas según su origen, y separadas de los productos terminados, como también de sustancias tóxicas (plaguicidas, solventes u otras sustancias), para impedir la contaminación cruzada. Además, deben tener en cuenta las condiciones

óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad, ventilación e iluminación (Duran Ramírez, 2006).

En cuanto a la estructura del establecimiento, los equipos y los utensilios para la manipulación de alimentos, deben de ser un material carente de sustancias tóxicas, olores, y sabores extraños. Las superficies de trabajo no deben tener hongos, ni grietas. Se recomienda evitar el uso de maderas y de productos que puedan corroerse, y se aconseja como material adecuado el acero inoxidable (Duran Ramírez, 2006).

Es importante aclarar que no sólo se debe considerar la forma de elaboración del producto para que sea de calidad, sino también la higiene durante el proceso. Entonces para la limpieza y desinfección es necesario utilizar productos que no tengan olor ya que pueden producir contaminaciones además pueden enmascarar otros olores. El agua utilizada debe ser potable, provista a presión adecuada y temperatura adecuada. Específicamente, para organizar estas tareas, son recomendable los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento) que describen qué, cómo, cuándo y dónde limpiar y desinfectar, así como los registros y advertencias que deben respetarse (Duran Ramírez, 2006).

Se aconseja que todas las personas que manipulen alimentos reciban capacitación sobre “Hábitos y manipulación higiénica”. Este entrenamiento es responsabilidad de la empresa y debe ser adecuado y continuo. Además debe controlarse el estado de salud y la aparición de posibles enfermedades contagiosas entre los manipuladores. Es indispensable el lavado de manos de manera frecuente y minuciosa con un agente de limpieza autorizado, con agua potable y cepillo. Debe iniciarse antes de empezar el trabajo. Inmediatamente después de haber hecho uso de los retretes, de haber manipulado material contaminado y todas las veces que las manos se vuelvan un factor contaminante. Debe haber indicadores que recuerden lavarse las manos y un control que garantice el cumplimiento (Duran Ramírez, 2006).

Para dar cumplimiento a estas pautas, se cuenta con los controles que sirven para detectar la presencia de contaminantes físicos, químicos y/o microbiológicos. Asimismo, es necesario verificar que estos se lleven a cabo correctamente, por lo cual deben realizarse análisis para monitorear si los parámetros que indican el cumplimiento de los procesos y la calidad de los productos reflejan su estado real. Se pueden hacer controles sobre residuos de pesticidas, detectar metales, tiempos y temperaturas. Es indispensable acompañar estas prácticas con documentación, pues de esta manera, se permite un fácil y rápido rastreo de productos ante la investigación de productos defectuosos (Duran Ramírez, 2006).

En resumen, estas prácticas garantizan la realización higiénica de las operaciones, desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado. Por tanto, las empresas y las personas que están involucradas en una cadena agroalimentaria, no pueden, ni deben ser ajenas a la implementación de las BMP, estas son exigidas por el cliente. Su ejercicio permitirá mantener vigente el negocio y el crecimiento del mercado (Duran Ramírez, 2006).

2.2.2. CONDICIONES BÁSICAS DE LA HIGIENE EN LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS

El lugar donde se producen los alimentos es uno de los factores que más importancia tiene en la calidad. Cuando se piensa en el lugar se deben considerar las características de éste, para contar con los mínimos riesgos posibles y las condiciones fitosanitarias fundamentales para su elaboración (Duran Ramírez, 2006).

2.2.3. EDIFICACIÓN E INSTALACIONES

Estar ubicados en lugares aislados de cualquier foco de insalubridad que represente riesgos potenciales para la contaminación del alimento. Su funcionamiento no deberá poner en riesgo la salud y el bienestar de la comunidad. Sus accesos y alrededores se mantendrán limpios, libres de

acumulación de basuras y deberán tener superficies pavimentadas o recubiertas con material que faciliten el mantenimiento sanitario e impidan la generación de polvo, el estancamiento de aguas o la presencia de otras fuentes de contaminación para el alimento (Duran Ramírez, 2006).

La edificación deber estar construida de manera que proteja los ambientes de producción e impida la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes, así como el ingreso y refugio de plagas y animales domésticos. Este debe poseer una adecuada separación física y/o funcional de aquellas áreas donde se realizan operaciones de producción susceptibles de ser contaminación presentes en las áreas adyacentes (Duran Ramírez, 2006).

Los diversos locales o ambientes de la edificación deber tener el tamaño adecuado para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, así, como para la circulación del personal y el traslado de materiales o productos. Deben estar ubicados según la secuencia lógica del proceso, desde la recepción de los insumos hasta el despacho del producto terminado, de tal manera que se eviten retrasos indebidos y la contaminación cruzada (Duran Ramírez, 2006).

Tales ambientes deben datarse de las condiciones de temperatura, humedad u otras necesarias para la ejecución higiénica de las operaciones de producción y/o para la conservación del alimento. La edificación y sus instalaciones deber estar construidas de manera que se faciliten las operaciones de limpieza y desinfección según lo establecido en el plan de saneamiento del establecimiento (Duran Ramírez, 2006).

El tamaño de los almacenes o depósitos deben estar en proporción con los volúmenes de insumos y de productos terminados manejados por el establecimiento, disponiendo además, de espacios libres para la circulación del personal, el traslado de materiales o productos y para

realizar limpieza y el mantenimiento de las áreas respectivas. Las áreas deberán estar separadas de cualquier tipo de vivienda y no podrán ser utilizadas como dormitorio. Tampoco permite la presencia de animales en los establecimientos (Duran Ramírez, 2006).

2.2.4. ÁREA DE LABORES

Los pisos deber estar contruidos con materiales que no generen sustancias o contaminantes tóxicos, deben se resistentes, impermeables, antideslizantes, no porosos ni absorbentes, libres de grietas o defectos que dificulten la limpieza, desinfección y mantenimiento sanatorio (Duran Ramírez, 2006).

El piso de las áreas húmedas de elaboración debe tener una pendiente mínima de 2% y al menos un drenaje de 10 cm. De diámetro por cada 40 m². De área servida; mientras que en las áreas de baja humedad ambiental y en los almacenes, la pendientes mínima será del 1% hacia los drenajes, y por lo menos un drenaje por cada 90 m² de área servida. Los pisos de las cavas de refrigeración deben tener pendiente hacia los drenajes ubicados preferiblemente en su parte exterior (Duran Ramírez, 2006).

El sistema de tuberías y drenajes para la conducción y recolección de las aguas residuales, debe tener la capacidad y la pendiente requerida para permitir una salida rápida y efectiva de los volúmenes máximos generados por la industria. Los drenajes de piso poseerán la debida protección con rejillas, se requieren trampas adecuadas para las grasas y los sólidos, estarán diseñadas de forma que permitan su limpieza (Duran Ramírez, 2006).

Las paredes en las áreas de elaboración y envasado, serán de materiales resistentes, impermeables, no absorbentes y de fácil limpieza y desinfección. El tipo de proceso determinará la altura adecuada; además deben poseer acabado liso y sin grietas, pueden recubrirse con material cerámico o similar o con pinturas plásticas de colores claros que reúnan

los requisitos antes indicados (Duran Ramírez, 2006).

Los techos deben estar diseñados y contruidos de manera que se evite la acumulación de suciedad, la condensación, la formación de mohos y hongos, el desprendimiento superficial y además facilitar la limpieza y el mantenimiento. En lo posible, se debe evitar el uso de techos falsos o dobles, a menos que se construyan con materiales impermeables, resistentes, de fácil limpieza y con accesibilidad a la cámara superior para realizar la limpieza y desinfección (Duran Ramírez, 2006).

Las ventanas y otras aberturas en las paredes deben estar contruidas para evitar la acumulación de polvo, suciedades y facilitar la limpieza; aquellas que se comuniquen con el ambiente exterior, deben estar provistas con malla anti-insectos de fácil limpieza y buena conservación (Duran Ramírez, 2006).

Las puertas deber ser resistentes, de superficie lisa, no absorbente y de suficiente amplitud, donde será preciso, tendrán dispositivos de cierre automático y ajuste hermético. Las aberturas entre las puertas exteriores y los pisos no deben ser mayores de 1cm. No habrá puertas de acceso directo desde el exterior a las áreas de elaboración; en caso necesario debe utilizarse una puerta de doble servicio, todas las puertas de las áreas de elaboración deben ser autocerrables en lo posible para mantener las condiciones atmosféricas deseadas (Duran Ramírez, 2006).

Las escaleras, elevadores y estructuras complementarias (ramplas, plataformas), deben ubicarse y construirse de manera que no causen contaminación de alimento o dificulten el flujo regular del proceso y la limpieza de la planta. Las estructuras elevadas y los accesorios deben aislarse en donde sea preciso, su diseño y acabado prevendrán la acumulación de suciedad, minimizaran la condensación, el desarrollo de mohos y el descamado superficial (Duran Ramírez, 2006).

Se contara con instalaciones y servicios sanitarios suficientes para facilitar la higiene del personal, serán independientes para hombres y mujeres al igual los vestidores y estarán separados de las áreas de elaboración. Además, se deben instalar lavamanos en las áreas de elaboración o próximos a estas para la higiene del personal que participen en la manipulación de los alimentos y de esta manera se facilitará la supervisión de su cumplimiento (Duran Ramírez, 2006).

Los grifos, en lo posible, no deben requerir accionamiento manual. En las proximidades de los lavamanos se deben colocar avisos o advertencias al personal sobre la necesidad de lavarse las manos luego de usar los servicios sanitarios, después de cualquier cambio de actividad y antes de iniciar las labores de producción. Cuando se requiera, se debe disponer en las áreas de elaboración, de las áreas adecuadas para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de trabajo. Estas instalaciones deben construirse con materiales resistentes al uso y a la corrosión, de fácil limpieza y provistas con suficientes agua fría y caliente, a temperatura no inferior a los 80°C (Duran Ramírez, 2006).

2.2.5. SERVICIOS BÁSICOS

2.2.5.1. AGUA

El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas videntes establecidas por la reglamentación correspondiente que el estado disponga. El agua potable debe estar a temperatura y presión requeridas para el correspondiente proceso, con el fin de efectuar una limpieza y desinfección efectiva. Solamente se permite el uso de agua no potable, cuando la misma no ocasione riesgos a la contaminación de los alimentos; con los casos de generación de vapor indirecto, lucha contra incendios, o refrigeración indirecta (Duran Ramírez, 2006).

En estos casos, el agua no potable debe distribuirse por un sistema de tuberías completamente separado e identificado por colores, sin que existan conexiones cruzadas ni sifonaje de retroceso con las tuberías de un tanque de agua con la capacidad suficiente, para atender como mínimo las necesidades correspondientes a un día de producción, la construcción y el mantenimiento de dicho tanque se realiza conforme a lo estipulado en las normas sanitarias vigentes (Duran Ramírez, 2006).

2.2.5.2. ILUMINACIÓN

Los establecimientos tendrán una adecuada y suficiente iluminación natural y/o artificial, la cual se obtendrá por medio de ventanas, claraboyas, y lámparas convenientemente distribuidas. Debe ser de la calidad e intensidad requeridas para la ejecución higiénica y efectiva de todas las actividades. La intensidad no deber ser inferior a: (Duran Ramírez, 2006).

504 lux (59 bujía – pie) en todos los puntos de inspección

220 lux (20 bujía – pie) en locales de elaboración; y

110 lux (10 bujía – pie) en otras áreas del establecimiento.

Las lámparas y accesorios ubicados por encima de la líneas de elaboración y envasado de los alimentos expuestos al ambiente, deben ser de tipo de seguridad y estar protegidas para evitar la contaminación en caso de ruptura y, en general, contar con una iluminación uniforme que no altere los colores naturales (Duran Ramírez, 2006).

2.2.5.3. VENTILACIÓN

Las áreas de elaboración poseerán sistemas de ventilación directa o indirecta, sin crear condiciones que contribuyan a la contaminación de estas o la incomodidad del personal, esta debe

ser adecuada para prevenir la condensación del vapor, polvo, facilitar la remoción del calor (Duran Ramírez, 2006).

Las aberturas para la circulación del aire estarán protegidas con mallas de material no corrosivo y serán fácilmente removibles para su limpieza y reparación. Cuando la ventilación es inducida por ventiladores y aire acondicionado, el aire deber ser filtrado y mantener una presión positiva en las áreas de producción en donde el alimento este expuesto, para asegurar el flujo de aire hacia el exterior. Los sistemas de ventilación deben limpiarse periódicamente para prevenir la acumulación de polvo (Duran Ramírez, 2006).

2.2.6. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

2.2.6.1. RESIDUOS LÍQUIDOS

Dispondrán de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, el tratamiento y la disposición de aguas residuales, aprobadas por la autoridad competente. El manejo de residuos líquidos dentro del establecimiento debe realizarse de manera que impida la contaminación del alimento o de las superficies de potencial contacto con este (Duran Ramírez, 2006).

2.2.6.2. RESIDUOS SOLIDOS

Estos deben ser removidos frecuentemente de las áreas de producción y disponerse de malos olores, plagas, así como el deterioro ambiental. El establecimiento debe disponer de recipientes, locales e instalaciones apropiadas para la recolección y almacenamiento de los residuos sólidos, conforme a lo estipulado en las normas sanitarias vigentes. Cuando se generen residuos orgánicos de fácil descomposición se dispondrá de cuartos refrigerados para el manejo previo a su disposición final (Duran Ramírez, 2006).

2.2.7. REQUISITOS HIGIÉNICOS DE FABRICACIÓN

2.2.7.1. CONDICIONES GENERALES

La recolección de las materias primas debe realizarse en condiciones que eviten su contaminación, alteración y daños físicos, Las materias primas e insumos deben ser inspeccionados, clasificados y sometidos a análisis de laboratorio, para determinar si cumplen con las especificaciones de calidad establecidas para tal efecto (Duran Ramírez, 2006).

Las materias primas se someterán a la limpieza con agua potable u otra media adecuada de ser requerido y a la descontaminación previa a su incorporación en las etapas del proceso, Las materias primas conservadas por congelación que requieren ser descongeladas previo al uso, deben descongelarse a una velocidad controlada para evitar el desarrollo de microorganismos; no podrán ser recongeladas, además, se manipularan de manera que se minimice la contaminación proveniente de otras fuentes (Duran Ramírez, 2006).

Las materias primas e insumos que requieran ser almacenados antes de entrar a las etapas del proceso, deberán almacenarse en sitios adecuados que eviten su contaminación y alteración, Los depósitos de materias primas y productos terminados ocuparán espacios independientes, salvo en aquellos casos en que a juicio de la autoridad sanitaria competente no se presenten peligros de contaminación para los alimentos, Las zonas donde se reciban o almacenan las materias primas estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado del producto final. La autoridad sanitaria competente podrá eximir el cumplimiento de este requisito a los establecimientos en los cuales no exista peligro de contaminación para los alimentos (Duran Ramírez, 2006).

2.2.8. OPERACIONES DE FABRICACIÓN

Todo el proceso de fabricación del alimento, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento, deberán realizarse en óptimas condiciones sanitarias, de limpieza y conservación y con los controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento, para cumplir con este requisito, se deberán controlar los factores físicos, tales como tiempo, temperatura, humedad, actividad acuosa (A_w), Ph, presión y velocidad del flujo y, además, vigilar las operaciones de fabricación, tales como, congelación, acidificación y refrigeración, para asegurar que los tiempos de espera, las fluctuaciones de temperatura y otros factores no contribuyan a la descomposición o contaminación del alimento (Duran Ramírez, 2006).

Las operaciones de envasado de los alimentos deberán hacerse en condiciones que excluyan la contaminación del alimento. Cada recipiente deberá estar marcado en clave o en lenguaje claro, para identificar la fábrica productora y el lote. Se entiende por lote una cantidad definida de alimentos producida en condiciones esenciales idénticas. Los registros de elaboración y producción de cada lote deberán llevarse en forma, legible y con fecha de los detalles pertinentes de elaboración y producción. Estos registros se conservarán durante un periodo que exceda el de la vida útil del producto, pero, salvo en caso de necesidad específica, no se conservarán más de dos años (Duran Ramírez, 2006).

Los productos devueltos a la empresa por defecto de fabricación, que incidan sobre la inocuidad y calidad del alimento no podrán ser reutilizados bajo ninguna circunstancia, se identificarán como tales y almacenarán separadamente en áreas restringidas, o serán eliminados. Cuando sea apropiado se pueden reprocesar siempre y cuando no afecte la inocuidad y calidad del alimento, cualquiera que sea la determinación adoptada, esta debe ser aprobada por la persona autorizada y debidamente registrada. Solo en casos excepcionales se podrán

reprocesar los productos rechazados. Será permitido solamente los no afecten la calidad del producto (Duran Ramírez, 2006).

2.2.9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El diagrama de flujo de proceso es una herramienta que sirve para observar detenidamente e integrar las condiciones reales en que se llevan a cabo los procesos, comprendiendo mejor el producto, su composición, sus características de calidad y las medidas de prevención que es necesario tomar para garantizar su seguridad (Duran Ramírez, 2006).

2.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS

Bagazo = Residuo Fibroso de la caña de azúcar después de la Extracción del líquido.

Carpóforo = Sombrero carnoso que se forma al desarrollarse la seta

Cepa = Variante fenotípica de una especie o, incluso, de un taxón inferior, usualmente propagada clonalmente, debido al interés en la conservación de sus cualidades definitorias.

Composta = Es una materia oscura rica en nutrientes que se producen cuando la materia orgánica se degrada. Esta materia puede ser usada para mejorar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de las plantas. Los organismos que participan en esta degradación son: bacterias, hongos y lombrices.

Eficiencia Biológica = Este término corresponde al porcentaje de sustrato que se puede transformar en hongos útiles para el consumo.

Enzimas = Las enzimas con proteínas que catalizan reacciones químicas en los seres vivos. Los enzimas son catalizadores, es decir, sustancias que, sin consumirse en una reacción, aumentan notablemente su velocidad. No hacen factibles las reacciones imposibles, sino que solamente aceleran las que espontáneamente podrían producirse. Ello hace posible que en condiciones

fisiológicas tengan lugar reacciones que sin catalizador requerirían condiciones extremas de presión, temperatura o Ph.

Esporas = Es una célula reproductiva por las plantas (hongos, musgos, helechos) y por algunos protozoarios y bacterias. Las bacterias también producen esporas como mecanismo de defensa, las cuales poseen paredes gruesas y pueden soportar temperaturas variables, humedad y otras condiciones no favorables.

Fructificación = Fase del cultivo en la que los carpóforos aparecen y se obtienen los hongos ya para su consumo.

Humedad Relativa = Humedad necesaria en el ambiente con respecto a la atmósfera externa necesaria para el apropiado desarrollo del cultivo.

Incubación o Pasteurización = Fase en la cual se calienta el sustrato con el fin de que el inóculo pueda desarrollarse en este. Esta etapa es crítica para el proceso productivo.

Inóculo = semillas de los hongos a cultivar. Estas se contienen en laboratorios y son la base para el cultivo de estas.

Pleurotus Ostreatus = Hongo o seta tipo “Ostra”, variedad comestible muy utilizada en la cocina internacional.

Sustrato = se le llama al material del cual el hongo se alimentará y sobre el cual se desarrollará. Puede ser cualquier residuo postcosecha, siempre y cuando sea rico en lignina y celulosa. Sustancia sobre la cual se basa un cultivo, contiene elementos orgánicos que sirven de nutrientes para el cultivo. Se le pueden adicionar diversas sustancias con el fin de mejorar su efectividad.

III. CONCLUSIONES

- La inocuidad en la producción del hongo *Pleurotus Ostreatus* está determinada por las Buenas Prácticas de Manufactura, obteniendo un producto apto para el consumo humano.
- El proceso de cultivo del hongo *Pleurotus Ostreatus* está detallado según el diagrama de flujo con un periodo total de producción de 41 días.
- Se mostró la eficiencia biológica de distintos sustratos en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* con una rentabilidad de 39.03 Kg/m².
- Se determinó el mejor sustrato de los cuatro residuos agroindustriales presentados, alcanzando con capacho de uchuva una eficiencia biológica de 76.1%.

IV. RECOMENDACIONES

- Determinar la demanda del consumo de hongos *Pleurotus Ostreatus* en el departamento de lima.
- Se recomienda investigar distintos sustratos y compararlos con el capacho de uchuva por su mejor eficiencia biológica.
- Se recomiendo investigar empaques innovadores para mantener la inocuidad del producto y una mejor distribución.
- Sería recomendable adquirir certificaciones que garanticen la calidad del producto.

V. FUENTES DE INFORMACIÓN.

Anzaldua, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 198 págs

Buttriss, J. 2000. Is Britain ready for FOSHU. Nutrition Bulletin 25:159-161.

Charisis, N. 2004. Hazard Analysis and Critical Control Points: Concepts and Applications. Athens, Greece.

Carpenter, R. Lyon, D. Hasdell, T. 2002. Analisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 191 págs

Duran, F. R. 2006. Manual del Ingeniero de Alimentos. Royce Editores. México, F.D.

Fernández, F. 2004. Guía Práctica de producción de Setas (*Pleurotus spp.*). Fungítec Asesorías. Guadalajara, Jalisco. México. Marzo.

FLORES Montes de Oca, Antonio. El Papel del Geógrafo en los Proyectos de Agricultura de Traspatio. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), 1991. El Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos: Su Aplicación a las Industrias de Alimentos. Acribia, Zaragoza.

Koneman, E. 1997. Micología: practica de laboratorio. Tercera Edición. Medica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 221 págs

Miles, P. Chang, S. 1997. Mushroom biology, Concise Basics and current development. First Edition. Ed. World scientific. Singapore.

Moore, D. & S. W. Chiu. 2001. Fungal products as food. Pp 223-251. In: Bio-Exploitation of Filamentous Fungo. Eds. S. B. Pointing & K. D. Hyde. Fungal Diversity Press, Hong Kong.

Oei, P. 2003. Mushroom cultivation. Tercera edición. Backhuys Publishers. Leiden, Holanda

Patterson, G. W. & W. D. Ness. 1991. Physiology and Biochemistry of Sterols. American Oil Chemists' Society, Champaign. 395 pp.

Pire, D.V. 2001. Las asombrosas setas. Mayo 15. Argentina. <http://agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=1&Type=A&Datemin=2001-05-01%2000:00:00&Datemax=2001-05-31%2023:59:59>

Romero, J. Rodríguez, M, Perez, R. 2000. *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología del cultivo. Universidad de Cienfuegos. 155 págs.

Stamets, P. 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Third Edition. Ten Speed Press. Berkeley, Toronto.

Stamets, P. 2003. Mycomedicinal: an information booklet on medicinal mushroom. Editorial Olympia

Solomon, E.P. Berg, L.R. Martin, D. W Villedy, C. 1996. Biología de Villedy. Tercera Edición. Ed. Interamericana Mcgraw Hill. Mexico, D.F.

Trigos, Á. & A. Ortega-Regules. 2002. Selective destruction of microscopic fungi through photo-oxidation of ergosterol. Mycologia 94:563-568.

Trigos, Á. & D. Martinez-Carrera. 1999. Hongos comestibles cultivados como fuentes potenciales de ergosterol. Pp. 62-85. In: Producción de Vitamina D₂ a partir de Hongos Macromicetos: Aspectos Científicos, Técnicos y Económicos. Ed. A. Rivera. CYTED-COLCIENCIAS, Bogota.

Torres, M. G. 2003. Potencial de la microbiota nativa comestible y medicinal en el municipio de Quibdó. Investigadora asociada. Universidad Tecnológica del Chocó

US Food and Drug Administration. National Advisory Committee on Microbiological Criteria For Foods. 1997. Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines.

VI. ANEXOS.

MATRIZ FODA		INTERNO	
		FORTALEZAS (aumentar)	DEBILIDADES (disminuir)
Cultivo del hongo Pleurotus Ostreatus a partir de desechos producidos de las madereras en el distrito de villa el salvador		F1 Personal altamente capacitado en Buenas Practicas de Manufactura. F2 Personal operativo con experiencia, motivado y altamente comprometido con los temas de calidad. F3 La maquinaria con la que se cuenta tiene la capacidad requerida para el incremento. F4 Se cuenta con sistema HACCP. F5 salario competitivo	D1 falta area de desarrollo de nuevos productos D2 Falta de personal operativo para incremento de capacidad D3 desmotivación de los empleados D4 Algunas etapas del proceso no automatizado D5 liquidez para invertir
		FO * personal con las capacidades de afrontar el crecimiento del mercado eficazmente y eficientemente. * maquinaria preparada para satisfacer la demanda en mercados con potencial de crecimiento	DO * maximizar el uso de la capacidad de la planta a un 60 % para los nuevos clientes * conseguir mas proveedores de semillas con certificaciones
OPORTUNIDADES (aprovechar)		FA * promover mejores beneficios al personal para evitar fuga de talentos * personal preparado para gestionar distintos puestos del trabajo * aprovechar la ubicación de la empresa	DA * promover procesos semi automatizados: mejor manejo de la calidad * generar mas certificados de calidad y los superiores involucrarse mas con el personal
AMENAZAS (neutralizar)		A1 Renuncia del personal A2 Escasez de MIP por temporadas A3 Aumento de la competencia A4 Desastres naturales por algun fenomeno	
		EXTERNO	

FIGURA 1. MATRIZ FODA

Nº	1			
ORIGEN DEL RIESGO	AMENAZA: Renuncia del personal			
IMPACTO	Fuga de talentos en la empresa			
CUANTIFICACION DE LA PROBABILIDAD				
No Probable (1)	Ocasional (2)	Probable (3)	Muy Probable (4)	
	X			
CUANTIFICACION DEL IMPACTO				
Muy bajo (1)	Bajo (2)	Alto (3)	Muy Alto (4)	
			X	
RIESGO	Falta de mano de obra calificada.			
PRIORIZACION DEL RIESGO				
Ignorar (1)	Aceptar (2)	Mitigar (3)	Transferir (4)	Evitar (5)
				X
ESTRATEGIA	Promover mayores beneficios al personal para evitar fuga de talentos			
OBJETIVO	Evitar renuncias de personal con experiencia en las área			
META	90 % (anual)			80% - 100% >= 70% - <80% >= 60% - <70% <60%
KPI	Permanencia en la empresa			
EVENTOS DISPARADORES	Solicitud de cartas de renuncias			

FIGURA 2. AMENAZA

Nº	1			
ORIGEN DEL RIESGO	OPORTUNIDAD: Incremento de la demanda en el mercado			
IMPACTO	Contratar personal competente en el área de proceso			
CUANTIFICACION DE LA PROBABILIDAD				
No Probable (1)	Ocasional (2)	Probable (3)	Muy Probable (4)	
		X		
CUANTIFICACION DEL IMPACTO				
Muy bajo (1)	Bajo (2)	Alto (3)	Muy Alto (4)	
			X	
RIESGO	Proceder a ajustar el costo de la inversión del proyecto			
PRIORIZACION DEL RIESGO				
Ignorar (1)	Aceptar (2)	Mejorar (3)	Compartir (4)	Explotar (5)
			X	
ESTRATEGIA	Personal con las capacidades de afrontar el crecimiento del mercado eficientemente y eficazmente.			
OBJETIVO	Capacitar constantemente al personal involucrado en el área de procesos			
META	80% (trimestral)			80% - 100% >= 70% - <80% >= 60% - <70% <60%
KPI	Conocimientos adquiridos por área			

FIGURA 3. OPORTUNIDAD

Funciones	ACTIVIDADES / ROLES		G. Ventas	Gerente General	G. Operaciones	J. Producción	Jefe de Calidad	Jefe Logística	J. Recursos	Supervisores	Coordinadores
	Cultivo del hongo <i>Pleurotus Ostreatus</i> a partir de desechos producidos de las madereras	Evaluar la gestión	Enviar Documento de Requerimiento	R	—	—	—	—	—	—	—
Gestionar requerimientos		Elaborar Cronograma de actividades de área gestión de requerimientos	—	—	I	C	—	I	—	A	R
		Enviar Correos de coordinación por avance	—	R	A	—	I	—	—	I	C
		Analizar requerimientos	A	—	—	C	—	A	R / A	I	—
Implementación de proceso		Crear Cronograma de capacitaciones	—	R	—	—	—	—	—	C	—
		Crear Cronograma de actividades de pruebas pilotos – Plan de trabajo	—	A	A	—	—	—	—	—	I
		Revisión de documentos	—	—	—	R	—	—	A	A	C
		Coordinar avances de producción	—	A	—	R	—	—	I	C	—
Validación de proceso		Análisis microbiológico externo del producto terminado	—	—	—	—	A	—	—	I	I
		Validar las etapas en el área de calidad	—	—	C	—	R / A	—	—	I	I

FIGURA 4. MATRIZ RACI

Taxonomía

Este hongo se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino:	Fungi
Filo:	Basidiomycota
Clase:	Homobasidiomycetes
Orden:	Agaricales
Familia:	Pleurotaceae
Género:	Pleurotus
Especie:	<i>P. ostreatus</i>

Módulo de producción

FIGURA 5. TAXONOMÍA

Canales de Comercialización, Hongos Comestibles
Plazas de mercado
Puestos Fijos
Comerciantes y procesadores
Supermercados
- Cajas de compensación
- Cadenas de Supermercados
Restaurantes especializados en comida internacional
Hoteles
Clubes

FIGURA 6. CANALES DE DISTRIBUCIÓN

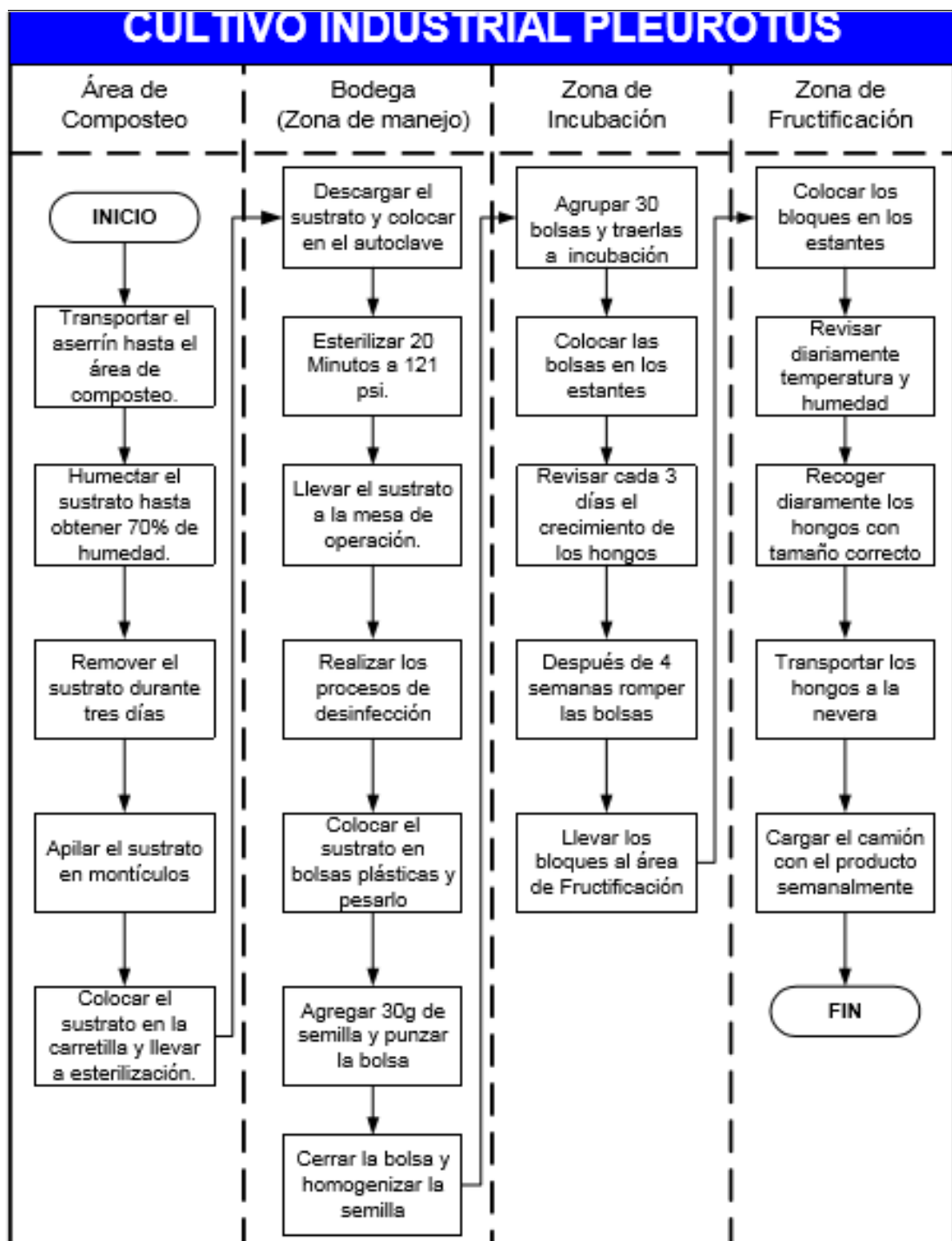


FIGURA 7. FASES DEL CULTIVO

Diagrama de flujo para el Cultivo de Pleurotus Ostreatus								
N°	ACTIVIDAD	Símbolo					TIEMPO (Minutos)	DISTANCIA (Metros)
1	Transportar el aserrín hasta el área de composteo.	○	□	◐	▽	◑	15	5
2	Humectar el sustrato hasta obtener 70% de humedad.	○	□	◐	▽	◑	5	0
3	Remover el sustrato	●	□	◐	▽	◑	3 (días)	0
4	Apilar el sustrato en montículos	●	□	◐	▽	◑	10	0
5	Colocar el sustrato en la carretilla	●	□	◐	▽	◑	8	0
6	Llevar el sustrato a esterilización.	○	□	◐	▽	◑	2	8
7	Descargar el sustrato y colocar en el autoclave	●	□	◐	▽	◑	10	0
8	Esterilizar 20 Minutos a 121 psi.	○	□	◐	▽	◑	20	0
9	Llevar el sustrato a la mesa de operación.	●	□	◐	▽	◑	10	2,5
10	Realizar los procesos de desinfección	○	□	◐	▽	◑	15	0
11	Colocar el sustrato en bolsas plásticas y pesarlo	○	□	◐	▽	◑	120	0
12	Agregar 30g de semilla y punzar la bolsa	●	□	◐	▽	◑	150	0
13	Cerrar la bolsa y homogenizar la semilla	○	□	◐	▽	◑	120	0
14	Agrupar 30 bolsas y llevarlas a incubación	○	□	◐	▽	◑	5	12
15	Colocar las bolsas en los estantes	●	□	◐	▽	◑	15	6
16	Almacenar en zona de incubación	○	□	◐	▽	◑	4 (semanas)	0
17	Revisar cada 3 días el crecimiento de los hongos	○	■	◐	▽	◑	15	0
18	Después de 4 semanas romper las bolsas	○	□	◐	▽	◑	60	0
19	Llevar los bloques al área de Fructificación	○	□	◐	▽	◑	18	9
20	Colocar los bloques en los estantes	●	□	◐	▽	◑	15	6
21	Almacenar en zona de Fructificación	○	□	◐	▽	◑	1,5 (meses)	0
22	Revisar diariamente temperatura y humedad	○	■	◐	▽	◑	10	0
23	Recoger diariamente los hongos con tamaño correcto	○	□	◐	▽	◑	15	0
24	Transportar los hongos a la nevera	○	□	◐	▽	◑	8	8
25	Almacenar hongos en la nevera	○	□	◐	▽	◑	1 (semana)	0
26	Cargar el camión con el producto semanalmente	●	□	◐	▽	◑	10	3

FIGURA 8. DIAGRAMA DE FLUJO

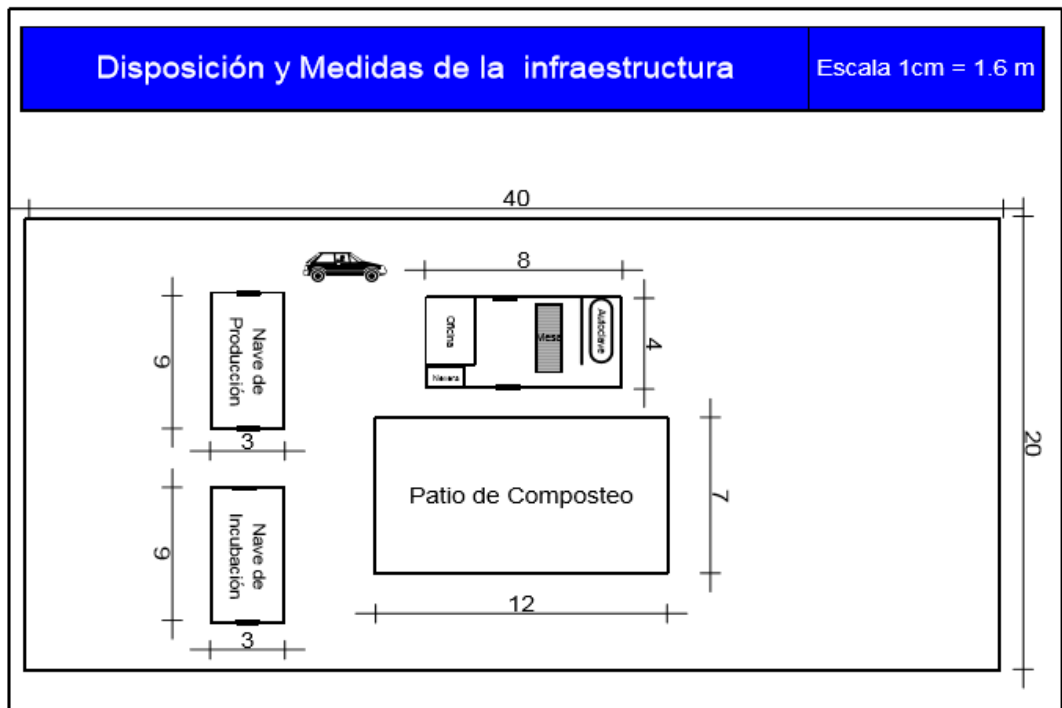


FIGURA 9. DISPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA

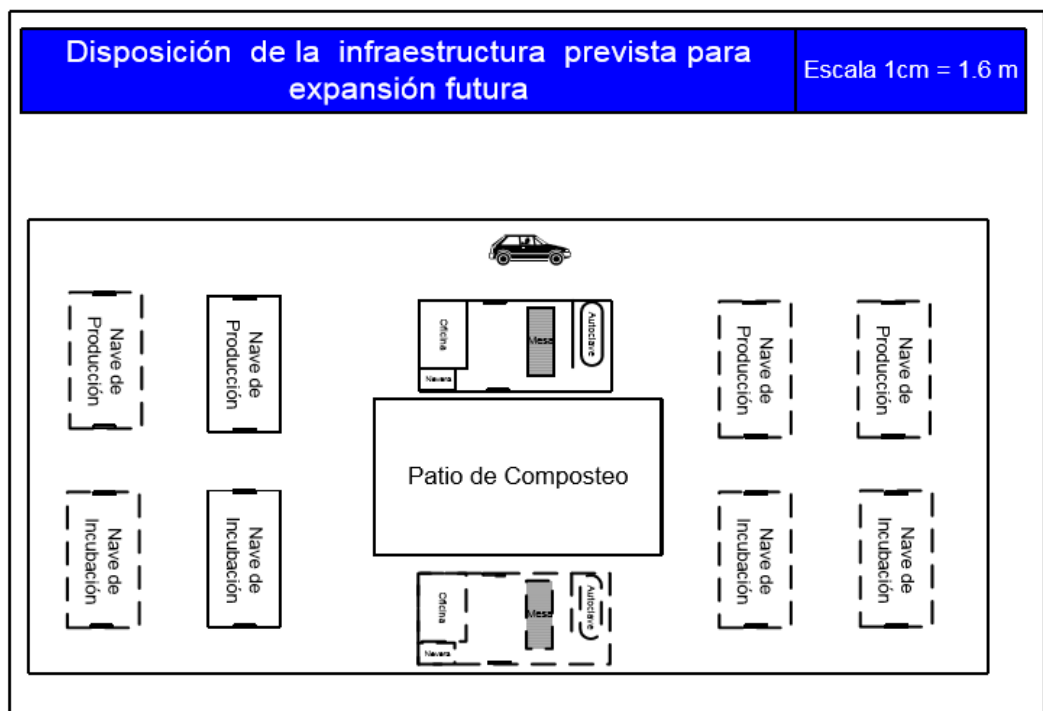
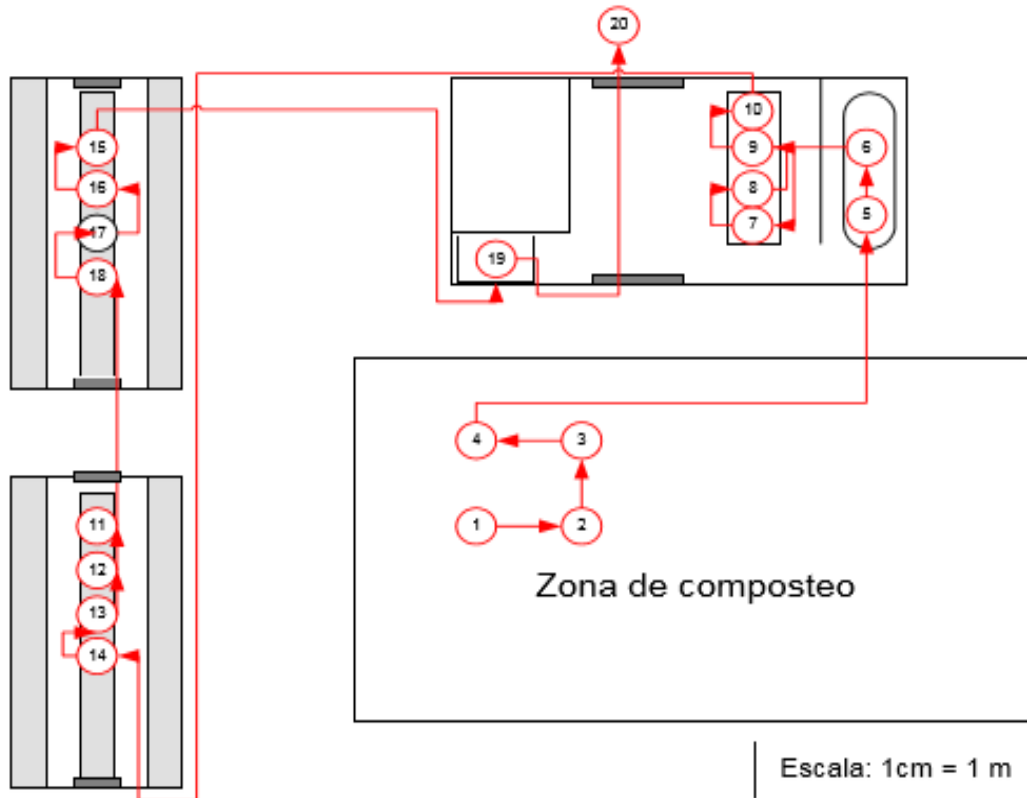


FIGURA 10. DISPOSICIÓN FUTURA

Diagrama de Recorrido para el Cultivo de Pleurotus Ostreatus



N°	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
10	Cerrar la bolsa y homogenizar la semilla	Cerrar la bolsa y homogenizar la semilla
11	Colocar las bolsas en los estantes	Colocar las bolsas en los estantes
12	Almacenar en zona de incubación	Almacenar en zona de incubación
13	Revisar cada 3 días el crecimiento de los hongos	Revisar cada 3 días el crecimiento de los hongos
14	Después de 4 semanas romper las bolsas	Después de 4 semanas romper las bolsas
15	Colocar los bloques en los estantes	Colocar los bloques en los estantes
16	Almacenar en zona de Fructificación	Almacenar en zona de Fructificación
17	Revisar diariamente temperatura y humedad	Revisar diariamente temperatura y humedad
18	Recoger diariamente los hongos con tamaño correcto	Recoger diariamente los hongos con tamaño correcto
19	Almacenar hongos en la nevera	Almacenar hongos en la nevera
20	Cargar el camión con el producto semanalmente	Cargar el camión con el producto semanalmente

FIGURA 11. DIAGRAMA DE RECORRIDO

MATERIALES Y EQUIPOS			
Nombre	Cantidad	Especificaciones	Uso
Nevera	1	Corriente, debe albergar 200 Kg. de producto	Almacenamiento Temporal
Autoclave eléctrica a vapor	1	121 psi	Calentamiento Sustrato
Pica	1	Con cabo.	Manejo sustrato
Pala	2	Redonda con cabo.	Manejo Sustrato
Carretilla	1	Plástica, de 30 Kg. de capacidad.	Transporte del aserrín
Termómetro	2	Tipo ambiental	Medición de temperatura
Termo higrómetro	2	Tipo ambiental	Medición de humedad
Balanza	1	Electrónica	Pesaje producto
Botiquín	1	Aditamentos para quemaduras	Seguridad
Mesa de Acero Inoxidable	1	3* 1 m	Operaciones varias
Baldes Aforados	4	Capacidad de 5kg	Transporte de las bolsas y de los hongos.
Tanques plásticos	2	(1000 lt)	Almacenamiento Agua
Equipos telefónicos	1	Estándar	Administrativos
Equipos de oficina	1	Escritorio, silla ergonómica	Administrativos
Bodega	1	8*4 m. en bloque con teja de zinc (2 m de alto)	Almacenaje de insumos y producto.
Nave de incubación	1	6 * 3 m. (estilo invernadero) (4m alto)	Siembra y manejo de inóculo con el sustrato
Nave de producción	1	6*3 m (estilo invernadero) (4m alto)	Producción los hongos
Laboratorio para el autoclave	1	6*4 m. (3 m de alto)	Esterilización Sustrato
Una oficina	1	3*2 m. (2 m de alto)	Administración

FIGURA 12. MATERIALES Y EQUIPOS

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

	Champiñón (por 100g)	Pleurotus (por 100g)	Shiitake (por 100g)	CDR hombres (por día)	CDR mujeres (por día)
Energía (kcal)	26	26	34	3000	2300
Proteínas (g)	1.8	1.8	2.24	54	41
Lípidos totales (g)	0.3	0.3	0.49	<100	<77
AG saturados (g)	0.07	0.07	-	<23	<18
AG monoinsat.	Tr	Tr	Tr	>57	>43
AG poliinsat. (g)	0.17	0.17	-	10-20	8-15
Ω-3 (g)	0.133	0.133	-	0.33-3.3	0.25-2.6
Ω-6 (g)	0.032	0.032	-	1.3-16.5	1.2-10.4
Colesterol (mg)	0	0	0	<300	<230
Hidratos de C (g)	4	4	6.79	375-450	288-345
Fibra (g)	2.5	2.5	2.5	38	29
Agua (g)	91.4	91.4	89.74	1000-	1000-
Calcio (mg)	9	9	2	800	800
Hierro (mg)	1	1	0.41	10	18
Yodo (µg)	3	3		140	110
Magnesio (mg)	14	14	20	350	330
Zinc (mg)	0.1	0.1	1.03	15	15
Sodio (mg)	5	5	9	<2400	<2400
Potasio (mg)	470	470	304	3500	3500
Fósforo (mg)	115	115	112	700	700
Selenio (µg)	9	9	5.7	70	55
Tiamina (mg)	0.1	0.1	0.015	1.2	0.9
Riboflavina (mg)	0.41	0.41	0.217	1.8	1.4
Niacina (mg)	4.6	4.6	3.877	20	15
Vitamina B6 (mg)	0.1	0.1	0.293	1.8	1.6
Acido fólico (µg)	23	23	18	400	400
Vitamina B12 (µg)	0	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	4	4	0	60	60
Vitamina A (µg)	0	0	0	1000	800
Vitamina D (µg)	18	0	0.5	5	5
Vitamina E (mg)	0.12	0.12	0	12	12

Figura 1. Perfiles nutricionales a partir de Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2007. (CHAMPIÑÓN). Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: Objetivos Nutricionales/día. Moreiras y col., 2007. Tablas de composición de alimentos de la USDA. Tr. Trazas.

FIGURA 13. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL



FIGURA 14. DIAGRAMA DE PREPARACIÓN DE CULTIVO

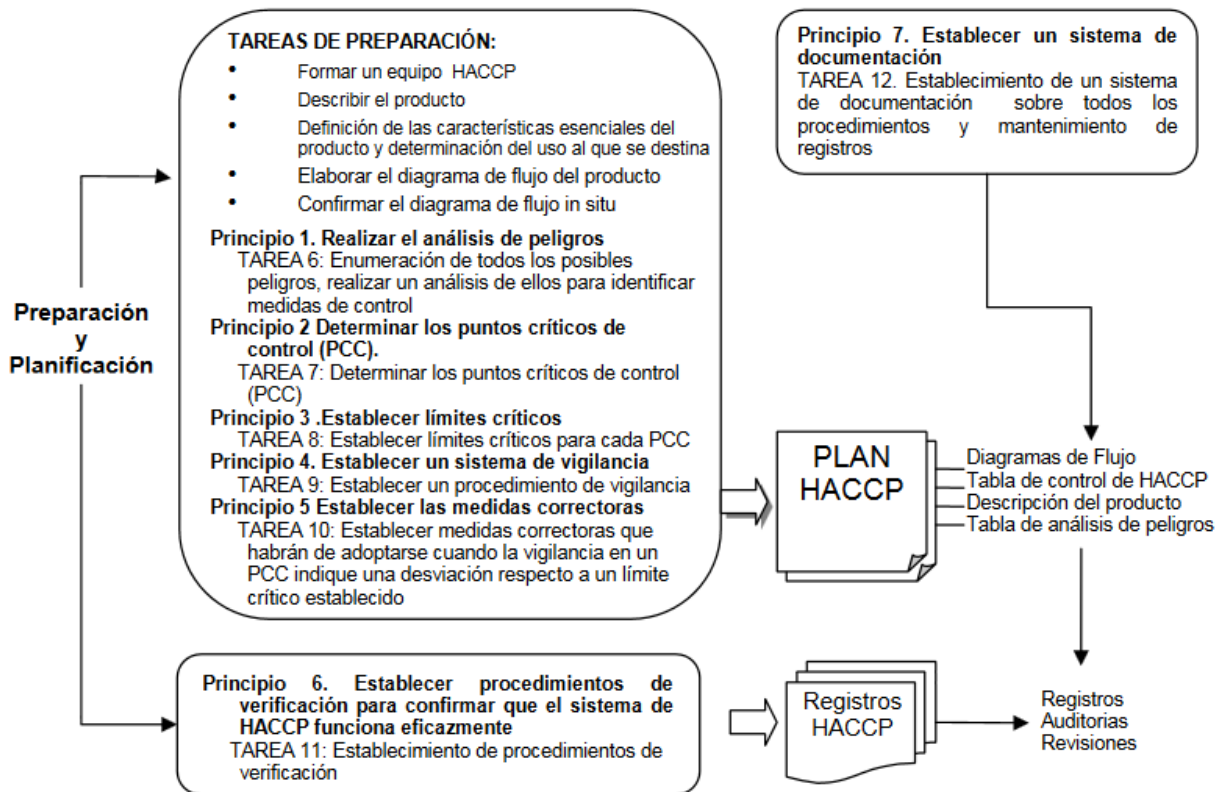


FIGURA 15. PLAN HACCP

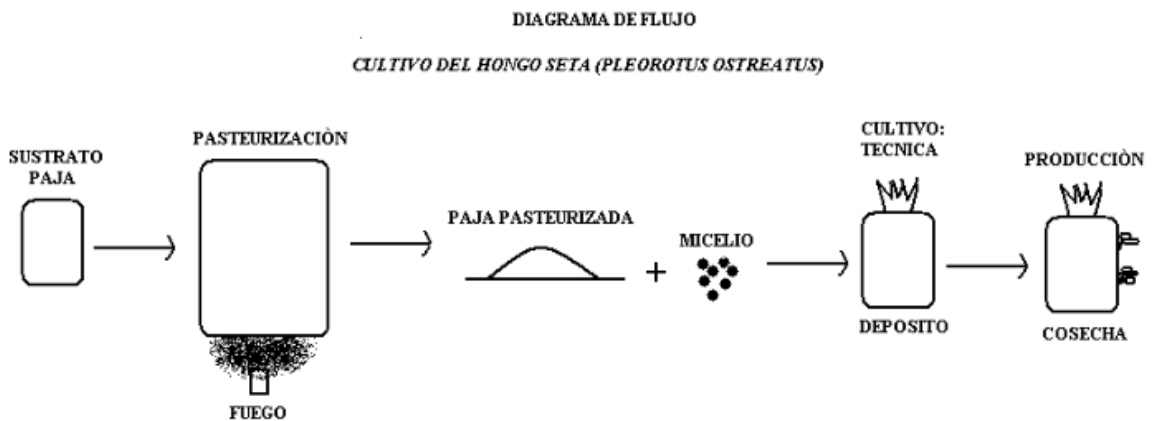


FIGURA 16. DIAGRAMA DE FLUJO

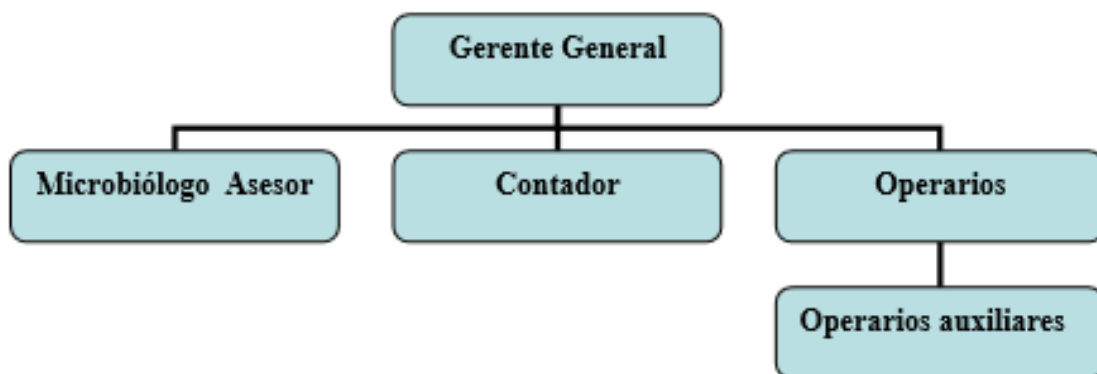


FIGURA 17. ORGANIGRAMA



FIGURA 18. FRUCTIFICACIÓN DE HONGO



FIGURA 19. EMPACADO



FIGURA 20. OBTENCIÓN DE CEPAS



FIGURA 21. ALMACENAMIENTO



FIGURA 22. PROCESO DE FRUCTIFICACIÓN



FIGURA 23. PRODUCTO FINAL

RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* EN CADA UNO DE LOS SUSTRATOS EVALUADOS

VARIABLE ANALIZADA	CAPACHO DE UCHUVA	CÁSCARA DE ARVEJA	TUSA DE MAZORCA	ASERRÍN DE ROBLE
Tiempo total de cultivo (Días)	41	49	52	39
Corrida del micelio (Días)	20	23	27	18
No. de hongos producidos	65	51.4	34.5	58.9
Diámetro promedio por bolsa (cm)	5.87	5.47	5.53	5.77
Peso fresco (g)	761	686	567	700
Eficiencia biológica %	76.1	68.6	56.7	70
RENDIMIENTO (Kg/cm ²)	7.43	6.7	5.54	6.84

FIGURA 24. RESUMEN DE PRODUCCION

- **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA OBTENIDA EN CADA SUSTRATO**

Análisis de Varianza

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CAPACHO DE UCHUVA	10	761	76.1	15.21111111
ASERRÍN DE ROBLE	10	700	70	5.111111111
CÁSCARA DE ARVEJA	10	686	68.6	2.93333333
TUSA DE MAZORCA	10	567	56.7	106.9

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1975.7	3	658.566667	20.2393717	7.3929E-08	2.86626556
Dentro de los grupos	1171.4	36	32.5388889			
Total	3147.1	39				

Prueba t de student

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	CAPACHO DE UCHUVA	ASERRIN DE ROBLE
Media	76.1	70
Varianza	15.21111111	5.111111111
Observaciones	10	10
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	4.279019218	
P(T<=t) una cola	0.000381974	
Valor crítico de t (una		

FIGURA 25. EFICIENCIA BIOLÓGICA