



21
2ej.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION
AGRICOLA ACTUAL · EL HONGO COMESTIBLE
Pleurotus spp. CULTIVADO EN CONDICIONES
SEMIRUSTICAS"

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

ALFREDO JASSO RAMIREZ

ASESOR: ING. GUILLERMO BASANTE BUTRON.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

266302.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

FES-CUAUTITLAN
EXAMENES PROFESIONALES

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual. El Hongo Comestible Pleurotus spp. Cultivado en Condiciones Semirústicas".

que presenta el pasante: Jasso Ramírez Alfredo

con número de cuenta: 8909227-9 para obtener el Título de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 24 de agosto de 19 98.

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>IV</u>	<u>Ing. Guillermo Basante Butrón</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Biol. Elva Martínez Holguín</u>	<u>[Firma]</u>
<u>I</u>	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	<u>[Firma]</u>

Dedicatorias.

A mis padres: con toda mi admiración, cariño y respeto, porque a ellos les debo todo lo que soy.

A mis hermanos: por el valioso y gran apoyo que siempre he encontrado en ellos.

A toda mi familia.

A mis compañeros de estudios.

Con respeto y cariño a todos aquellos que hicieron posible el alcanzar esta meta.

Reconocimientos.

Al señor Julio Jiménez: por su valiosa ayuda al aportar su experiencia como productor de hongos para poder desarrollar este trabajo.

Al Ingeniero Manuel Enríquez Quintana: por sus valiosos consejos para la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Julio Rodríguez Herrera: por la gran aportación de sus experiencias e información sobre el cultivo de hongos comestibles.

A Ricardo S. García J.: por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado, en esta empresa y otras más.

Al Ingeniero Guillermo Basante B. por haber aceptado asesorar este trabajo.

A la UNAM, que nos recibe y nos alberga como una segunda casa y nos proporciona una de las herramientas más importantes a que todo hombre debe aspirar: el conocimiento.

CONTENIDO.

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. OBJETIVOS.	3
2.1. Objetivo general.	3
2.2. Objetivo particular.	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
3.1. Historia del cultivo.	4
3.2. Desarrollo del cultivo en el Estado de México.	6
3.3. Aprovechamiento de los hongos.	8
3.4. Aspectos biológicos.	8
3.4.1. Morfología y Fisiología.	10
3.4.2. Cualidades Nutricionales.	12
3.5. Obtención de micelio.	13
3.5.1. Medios de cultivo.	14
3.5.2. Aislamiento de cepas.	15
3.5.3. Elaboración del inóculo.	17
3.6. Preparación de sustratos.	21
3.6.1. Preparación de sustratos con desperdicios de madera.	21
3.6.2. Preparación de sustratos con pajas de cereales.	22
3.6.3. preparación de sustratos con desechos agroindustriales.	23
3.6.4. pasteurización de sustratos.	25
3.7. Inoculación de los sustratos.	26
3.7.1. Características del área de inoculación.	26
3.7.2. Cuidados que se deben tener.	26
3.7.3. Técnicas de siembra.	27

3.8. Incubación de los sustratos.	29
3.9. Manejo del cultivo.	31
3.9.1. Colocación de las bolsas.	31
3.9.2. Inducción para la fructificación.	32
3.9.3. Factores para la producción.	33
3.9.3.1. Ventilación.	33
3.9.3.2. Humedad.	34
3.9.3.3. Temperatura.	34
3.9.3.4. Luz.	35
3.9.4. Cosecha.	35
3.10. Plagas y enfermedades.	36
3.10.1. Daños por insectos.	37
3.10.2. Problemas con roedores.	38
3.10.3. Contaminación por hongos.	39
3.11. Diagrama de producción.	42
4. EXPERIENCIA DE PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus spp.</i> EN SAN PABLO AUTOPAN.	43
4.1. Características del lugar.	43
4.2. Módulos de cultivo.	44
4.3. Preparación del sustrato y manejo del cultivo.	45
4.3.1. Adquisición de insumos y equipo.	46
4.3.2. Composteo.	46
4.3.3. Pasteurización.	47
4.3.4. Inoculación.	47
4.3.5. Incubación.	49
4.3.6. Inducción.	50
4.3.7. Manejo del cultivo.	50

4.4. Rendimientos.	53
5. ANÁLISIS.	54
6. CONCLUSIONES.	61
7. GLOSARIO.	63
8. BIBLIOGRAFÍA.	66

1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad la producción de alimentos es uno de los retos más importantes a los que hace frente la humanidad. El incremento de población que registra nuestro país en estos últimos años, es una razón muy importante para buscar nuevas alternativas que permitan producirlos, estas además deben resultar accesibles en costo y tecnología, para que puedan ser dirigidas a las familias de más bajos recursos económicos, principalmente en comunidades rurales, sitios en donde además las fuentes de empleo son muy escasas.

Los hongos comestibles son una buena alternativa para producir alimento, principalmente en las comunidades rurales de nuestro país, lugares en donde se encuentra una gran cantidad de población marginada, quienes pueden beneficiarse no solo con la obtención de producto, también este grupo puede desarrollar una actividad en donde se puede autoemplearse y obtener ingresos al comerciar con el producto obtenido.

Actualmente a través de la investigación, el hombre ha logrado domesticar, algunas especies de hongos comestibles haciendo posible su cultivo bajo condiciones controladas, ofreciendo así la alternativa de poder cultivarlos en pequeñas naves de construcción sencilla y barata, en donde es posible darles las condiciones necesarias para que tengan un buen desarrollo.

Entre las especies que se cultivan actualmente, existen algunas, donde su cultivo resulta ser de muy bajo costo usando técnicas sencillas, como es el caso del hongo seta (*Pleurotus spp.*), especie que presenta una alternativa importante en la producción de alimentos por su valor nutricional, fácil digestión, su constitución carnosa y buen sabor.

En México existe poca información sobre como cultivar este hongo y además la difusión que se le da a ésta, es muy escasa, razón por la cual es de

gran importancia hacer un trabajo que describa de forma muy sencilla las diferentes técnicas que se aplican en el proceso del cultivo, así como el manejo que ha de dársele a éste

Este cultivo además ofrece algunas ventajas importantes, como es el hecho de que no requiere del uso de suelo para su desarrollo, la materia prima que se utiliza como sustrato, son algunos desechos agrícolas como bagazos, pulpas, rastrojos y pajas entre otros; éste es un punto muy importante, sobre todo en aquellos lugares en donde el suelo se encuentra bastante deteriorado y los rendimientos que se obtienen en los cultivos tradicionales son muy bajos, con el cultivo de los hongos, además de aprovechar algunos desechos agrícolas, puede incrementarse la producción de alimentos; otras ventajas más que ofrece este cultivo, es que es de un ciclo muy corto, por lo que pueden obtenerse varios ciclos al año, y puede desarrollarse en superficies muy pequeñas, por lo que prácticamente puede cultivarse y cosecharse el hongo todo el año.

2. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo general.

Proponer un método práctico y sencillo, para la producción del hongo comestible *Pleurotus spp.*, que contribuya en la producción de alimentos y a incrementar el ingreso familiar, principalmente a las familias de bajos recursos económicos.

2.2. Objetivo particular.

Analizar el manejo que dan al cultivo del hongo comestible *Pleurotus spp.*, en condiciones semirústicas en la comunidad de Barrio Nuevo, San Pablo Autopan, Municipio de Toluca, como modelo de producción de alimento a comunidades rurales.

3. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. Historia del cultivo.

A pesar de que los hongos han sido parte de la alimentación del hombre a través de casi toda la historia, solo en épocas recientes los a cultivado comercialmente. La excepción esta representada por los japoneses, que aprendieron hace siglos las técnica de cultivar *Lentinus edodes* (shiitake) y los franceses que hicieron los primeros intentos para producir comercialmente *Agaricus campestris* (champiñón) en el siglo XVII. También en Francia se adopto el uso de compostas en el siglo XVIII. (Nahón. 1981)

Los asiáticos son los pioneros en la producción de *Pleurotus spp.* sobre desperdicios lignocelulosicos, tales como paja de arroz o desperdicios de palma aceitera. En Europa el cultivo de *Pleurotus spp.*, sobre troncos de árboles fue descrito por primera vez a principios del siglo XX. En 1916 *Pleurotus spp.* Se había cultivado sobre madera, con el objeto de estudiar el ciclo de vida de los hongos superiores. Los primeros registros formales del cultivo datan de 1935 por Kaufert. Block en 1959 y Kedyky Smotlachova en 1959, introdujeron una innovación importante, al cultivar dicho hongo sobre aserrín y un medio composteado. Bano y Srivastava en 1962, Scanel en 1966 y Herzig en 1968 llevaron a cabo la primera producción masiva de *Pleurotus spp.*, en sustratos a base de paja. La producción industrial de sustrato y micelio fue desarrollada por Junkava, en 1971. (Omelas, 1983).

México por sus raíces indígenas, es un pueblo micófago, es decir que come hongos. El conocimiento que tienen los campesinos mexicanos sobre los hongos comestibles, es una herencia del saber que tenían los diversos grupos étnicos que poblaban el país en la época prehispánica. Por

otra parte, la riqueza de especies en México, debido a la gran diversidad de climas motivada por su orografía singular y su posición continental, hace que los hongos tengan un lugar muy especial en el saber tradicional. Los hongos comestibles silvestres son un material de venta muy importante en los mercados populares de mesoamérica, en donde se pueden apreciar cientos de especies. (Gastón. 1992).

En nuestro país se conoce a este hongo con diversos nombres como casahuate, (Tepoztlán Morelos), hongo de encino (Tehuacan Puebla), hongo izote (Coatepec Veracruz), oreja blanca (Lagunas de Zempoala, México), hongo de maguey (D.F.: y Calacoaya, México) y setas, nombre comercial en muchos mercados y en la presentación de hongo enlatado. (Gómez 1987).

Desde tiempos prehispánicos, en nuestro país se han consumido los hongos como un preciado alimento; su textura semejante y característico sabor, han hecho que diversos grupos culturales le atribuyan el nombre de "la carne de los pobres". (Manzola. 1995)

Debido a los patrones culturales de cada región, éste recurso se ha considerado tradicionalmente como de autoconsumo, es decir que solo complementa la dieta familiar. Actualmente las especies silvestres siguen aprovechándose de una manera muy similar en nuestro país, lo que ha evolucionado notablemente son los mercados de consumo, ya que hay especies que tienen aprecio gastronómico a nivel internacional por lo que su comercialización tiene amplias y atractivas perspectivas de desarrollo. En referencia a las especies que pueden cultivarse, puede decirse que tanto la técnica como la comercialización y el consumo son muy recientes ya que tiene sus inicios en los años cuarentas, cuando la primera empresa (Hongos de México) producía *Agaricus bisporus* (champiñón) en promedio 10 kg.

por día. Para esta época el incremento de las zonas urbanas y la pérdida paulatina de patrones culturales, propiciaron que el mercado de este producto fuera limitado y difícil.

Conforme la producción aumento, el mercado fue diversificándose. Para los años cincuentas ya había producción de enlatados en nuestro país, que hasta esa fecha se importaban de países como Francia y España, evidentemente los precios eran poco accesible para la población.

En el caso de *Pleurotus spp.* (setas), aunque el desarrollo tecnológico del proceso es todavía mas reciente, los primeros intentos los realizo la empresa "Hongos de México" en 1974; desde entonces a la fecha no se ha podido consolidar una producción constante y volúmenes importantes, tal vez por el desconocimiento y la desconfianza de gran parte de la población a consumir hongos. (Manzola. 1995).

3.2. Desarrollo del cultivo en el Estado de México.

En 1994, la Dirección General de Fomento Agroindustrial promueve el cultivo del hongo *Pleurotus spp.* La Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), a través del área de proyectos productivos, en 1995 también promueve el establecimiento de proyectos enfocados a la producción de este hongo.

El cultivo de este hongo pretende enfocarse como una alternativa de producción de alimento para algunas zonas rurales del estado de México. La SEDESOL, a través del área de proyectos productivos, ha promovido el establecimiento de proyectos de cultivo de hongo seta, en varias regiones dentro del mismo estado.

Las metas que se pretenden alcanzar al fomentar este tipo de proyectos, es generar empleos, donde se pueda aprovechar principalmente la mano de obra familiar, fomentar el autoempleo en aquellos lugares en donde las fuentes de trabajo son escasas, que puedan tener un ingreso económico adicional al vender el producto obtenido en mercados locales, que puedan complementar su dieta alimenticia al incorporar el hongo en su alimentación, no alterar el equilibrio ecológico en la instalación y operación de los mismos, dar un esquema de microempresas, en donde los beneficiarios de estos proyectos dispongan de asesoría, para que puedan llevar una buena administración de sus recursos y capacitación técnica para el área de producción. Este tipo de asesoría se les brinda, como una opción de forma gratuita, a través de los prestadores de servicio social, que colaboran con esta dependencia en coordinación con algunas instituciones educativas de nivel medio superior y superior en todo el estado de México. Dentro de la asesoría que se les brinda, no se pierde de vista que siempre deben utilizar materiales de la región, que resulten económicos y funcionales, tanto en infraestructura para las construcción de las naves y el equipo que se necesite en la operación, que los insumos preferentemente puedan estar disponibles todo el año. La asesoría técnica que se les brinda debe ser de lo más sencillo, es decir con un lenguaje que esta gente pueda entender fácilmente; además, siempre que es posible se trata de reforzar la información con manuales muy sencillos a manera de instructivo, sobre como debe de ser cada uno de los procesos y el orden que debe seguirse.

Las diferencias culturales que existen entre las diversas comunidades del estado, no permiten que se aplique un solo criterio de asesoría en todos los casos, por lo que es muy importante hacer varias

visitas, para evaluar que tan eficiente esta resultando la asesoría que se les ha brindando, y así poder dirigir ésta como mas convenga a cada grupo.

3.3. Aprovechamiento de los hongos

Muchos de los hongos silvestres son un recurso que por sus características biológicas, no son susceptibles de un cultivo directo, por lo que solo pueden obtenerse mediante recolecta en las zonas forestales donde las condiciones ecológicas permiten su desarrollo y únicamente durante la temporada de lluvias, estos son recolectados por los habitantes de las poblaciones aledañas a los bosques, quienes ancestralmente han utilizado este recurso como una importante fuente de proteínas dentro de su alimentación. Es importante señalar que en nuestro país se cuenta con más de 200 especies de hongos silvestres comestibles identificadas, de las cuales, solo *Agaricus bisporus* (champiñón), *Pleurotus spp.* (seta) y *Lentinus edodes* (shiitake) se obtienen mediante cultivo industrial. Aunque no se tiene un volumen preciso de la producción global, el volumen de la producción de estas especies debe superar las 35 toneladas por día.

Durante la temporada lluviosa esta cantidad se incrementa por la producción natural de hongos comestibles en las zonas forestales. (Manzola. 1995).

3.4. Aspectos biológicos

Los hongos comestibles como cualquier organismo viviente requieren de ciertos nutrientes para su desarrollo. Los más importantes son los que proporcionan las fuentes de energía y carbono. Los organismos autótrofos (vegetales), son capaces de sintetizar sus propios carbohidratos a partir de bióxido de carbono utilizando la luz solar como fuente de energía.

Mientras en los organismos heterótrofos (entre ellos los hongos comestibles), la oxidación de los sustratos orgánicos constituye la fuente de energía y de carbono. Al no poder elaborar sus alimentos como lo hacen las plantas, los hongos deben tomarlo ya elaborado de otro organismo. Si se alimentan de organismos muertos se conocen como saprófitos como la seta, el champiñón o el shiitake.

A los hongos se les puede clasificar en degradadores primarios, secundarios y continuos, dependiendo del estado de degradación de la materia orgánica que utilicen como nutriente. Los degradadores primarios son los responsables de iniciar la descomposición de los residuos vegetales en la naturaleza. Algunas especies atacan carbohidratos de fácil degradación (hongos de pudrición blanda), otros degradan a los polisacáridos, celulosa y hemicelulosa (hongos de pudrición oscura) y algunos inclusive degradan la lignina (hongos de pudrición blanca). (Contreras. 1991).

Los sustratos usados en el cultivo de *Pleurotus spp.* como las pajas, rastrojos, olote de maíz, etc. tienen la ventaja de que se les separa fácilmente la celulosa y la lignina, sin necesidad de fermentarlos.

El material lignocelulósico está constituido por: celulosa, hemicelulosa y lignina. La celulosa esta presente de un 40 a un 60%, la hemicelulosa de un 15 a un 50% y la lignina de un 10 a un 30%.

Los únicos organismos capaces de degradar a la lignina son los llamados hongos de la pudrición blanca. Estos son capaces de degradar tanto a la lignina como a los polisacáridos del sustrato, es decir, a la celulosa y hemicelulosa. En base a ésta capacidad de degradar los diferentes componentes de la lignocelulosa se han clasificado en:

- a) Los que degradan los tres componentes de la madera simultáneamente, y
- b) aquellos organismos en los que la degradación de lignina es más rápida que la degradación de celulosa y hemicelulosa.

A este último tipo de organismos pertenece *Pleurotus spp.*, que además ofrece una potencialidad para el desarrollo de un proceso industrial de lignificación ya que son los que degradan lignina en mayor medida y tienen selectividad sobre estos sustratos. (Gómez. 1987).

Para el buen crecimiento de un hongo, es necesario que en el sustrato en donde se desarrolla se encuentren todas las sustancias que necesita, como son fuentes de carbono y nitrógeno, además de otros elementos como el fósforo, materiales que absorbe con la degradación del sustrato donde crece. En el caso de los cultivos de los hongos, los sustratos empleados se hacen más digeribles mediante procesos de fermentación o se mezclan entre sí para suplementar alguna deficiencia en nutrimentos. El nitrógeno lo utiliza en la elaboración de sus proteínas. Las principales fuentes de nitrógeno se obtienen a partir de la degradación de los aminoácidos, peptosa, caseína y otros. entre los minerales más importantes para el crecimiento de los hongos están el hierro, cobre, magnesio, sodio, potasio, calcio y fósforo, los cuales se pueden administrar por medio de cloruros fosfatos y carbonatos entre otras sales. (Gastón. 1992).

3.4.1. Morfología y Fisiología.

Pertenece a la clase de los basidiomicetos, éstos se diferencian de los demás hongos en que producen basidiosporas, en la parte externa de una estructura llamada basidio. Las basidiosporas son generalmente

uninucleadas y haploides y estas son resultantes de meiosis y cariogamia. El micelio de la mayoría de los basidiomicetos pasa por tres estados distintos de desarrollo, para que llegue a completar su ciclo de vida. El micelio primario generalmente se desarrolla a partir de la germinación de la basidiospora. Al principio debe ser multinucleado ya que el núcleo de la basidiospora se divide muchas veces a medida que el tubo germinativo emerge de la espora y comienza a crecer. La fase multinucleada del micelio primario es corta porque pronto se forman los tabiques que dividen al micelio en células uninucleadas. El micelio secundario se origina del micelio primario, las células son típicamente binucleadas (el estado binucleado comienza cuando se fusionan los protoplastos de dos células, sin que haya cariogamia). (Aguilar 1982).

Pleurotus es un hongo que en su ambiente natural crece sobre árboles, tocones, arbustos y otras plantas leñosas, alimentándose a costa de su madera y destruyéndola.

El sombrerillo o parte superior de la seta, es redondeado en forma de concha con la superficie lisa cuando es joven. El borde está algo enrollado al principio mientras que al final apunta hacia arriba. El tamaño depende de la edad, oscilando entre 5 a 15 cm. de diámetro, aunque pueden encontrarse ejemplares más grandes. El color es muy variable, desde gris claro hasta pardo; con el paso del tiempo el color va palideciendo hasta tomar un tono amarillento sucio.

En la parte inferior del sombrero hay unas laminillas dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene hasta el borde del mismo sombrero, en estas laminillas se producen las esporas, destinadas a la reproducción de la especie, son

ovaladas de color pardo a blancas con cierto tono lila-grisáceo, dependiendo de la variedad, aunque no se distinguen a simple vista, cuando se depositan en masa forman una especie de polvillo harinoso denominado “esporada”. (García. 1985).

Otra característica es el pie, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base, generalmente es corto con una curvatura, ya que el hongo no suele crecer sobre superficies planas, el pie debe curvarse para que el sombrero acabe quedando en horizontal con el pie descentrado,

La carne de este hongo es tierna al principio después correosa y muy dura en estado natural, tiene olor y sabor agradables, es de color claro y esponjosa en el pileo, tomándose correosa en el estípite o pie. (Guía de naturaleza Blume. 1986).

3.4.2. Cualidades nutricionales

Los hongos son un alimento con pocas calorías en términos relativos, pero lo que si destaca es su alto contenido de proteína, pues comparando con algunas hortalizas solo se ven igualados por las leguminosas, razón por la que también se les denomina “carne de bosque”. La proteína contenida en las setas, es digestibles hasta en el 70 - 80% y posee un alto valor nutritivo. La tasa proteínica varía de acuerdo con la edad y la especie del hongo.

Contenidos en los hongos frescos.

agua	86 -88%
proteínas	2 - 5%
hidratos de carbono	3 - 5%
grasa	0.2 - 0.3%
minerales (Ca, P, K, Mg, Fe)	0.8 - 1.0%
fibra cruda	1.9%
cenizas	0.2 - 1.9%

(Hellmut, 1987)

Los hongos además contienen: tiamina (vitamina B₁), carotenos (provitamina A), riboflavina (B₂), piridoxina (B₆), cobalamina (B₁₂), ácido pantoténico, biotina, ácido fólico, amida del ácido nicotínico, ácido ascórbico (vitamina C), ergosterina (provitamina D), tocoferol (vitamina E) y vitamina K, así como colina y eritadenina.

Entre los elementos minerales, se encuentran contenidos el calcio, fósforo, potasio, magnesio y hierro. Algunas especies de hongos contienen también sustancias muy benéficas para la salud. De aquí que los hongos sean un alimento de gran valor nutritivo. (Hellmut. 1987).

3.5. Obtención de Micelio

Debido a la falta de homogeneidad de los sustratos, la germinación de una siembra por esporas directamente en el sustrato, presenta muchas limitantes, muchas mueren en una etapa temprana de su desarrollo al no

encontrar las condiciones adecuadas para germinar y desarrollarse, razón por la cual se usa un inóculo preparado, generalmente elaborado sobre semillas de cereales, con este inóculo se puede asegurar una buena invasión de éste al sustrato. (López, 1990).

3.5.1. Medios de cultivo

Para el cultivo y desarrollo de los hongos comestibles en el laboratorio, es necesario utilizar determinados medios de cultivo, los cuales le deben de proporcionar al hongo los nutrimentos requeridos para su crecimiento y su desarrollo. Comúnmente se emplean medios de cultivo sólidos con agua, los cuales actúan a manera de sustrato al solidificar como una gelatina.

El medio que se ha de utilizar dependerá de la especie del hongo que se quiere cultivar, ya que cada especie tiene sus propios requerimientos nutricionales. Los más comunes son agar con papa y dextrosa, agar con harina de maíz. Si bien estos medios de cultivo tienen la ventaja de mantener su composición química y buena calidad, además tienen la posibilidad de poder ser elaborarlos en un sencillo laboratorio, utilizando diversos materiales de fácil adquisición.

Para preparar medios de cultivo, lo más común es utilizar los disponibles en el mercado ya elaborados y en forma de polvo. Se coloca el material requerido en un matraz limpio y seco de acuerdo a las indicaciones de la etiqueta del frasco, se debe utilizar agua destilada para disolver dicho polvo, una vez disuelto se calienta y se agita constantemente y se deja hervir durante un minuto hasta que el líquido se tome transparente, tomando la precaución de que no se derrame al hervir. Debe tomarse en cuenta además el pH al que debe estar el medio, el cual se ajustará de acuerdo a la

especie del hongo a cultivar, aunque en general los medios de cultivo comerciales tienen un pH final ajustado.

Alternativamente se pueden preparar medios de cultivo con ingredientes de fácil acceso, a continuación se describe como preparar un litro de medio de cultivo con los siguientes materiales:

Agar de papa dextrosa y levadura

300 gr. de papa
10 gr. de dextrosa
2 gr. de levadura
20 gr. de agar

Se hierve la papa, picada esta en pequeños fragmentos, en un litro de agua durante quince minutos. Se filtra el extracto con ayuda de una gasa y se adiciona agua hasta completar un litro, se agregan los otros componentes y se hierve durante un minuto. El medio de cultivo dentro de un matraz se esteriliza en autoclave o en olla de presión a 15 libras (121 °C) durante 15 minutos. Los medios de cultivo ya estériles se vacían en tubos de ensayo, cajas de petri o frasquitos especiales, (Gastón, 1993).

3.5.2. Aislamiento de cepas

Una cepa es el equivalente al micelio y se considera que es un organismo que mantiene constante su pureza genética y fisiológica y del cual se pueden obtener muchas replicas. Para obtener las cepas, se pueden aplicar dos técnicas: por aislamiento vegetativo y por aislamiento de esporas.

El aislamiento vegetativo consiste en tomar un pequeño fragmento del interior del cuerpo fructífero del hongo (las laminillas que se encuentran

en el sombrero), y reproducirlo en el medio de cultivo seleccionado. El hongo seleccionado para obtener la cepa, debe ser un ejemplar en buen estado, fresco, turgente, joven, y limpio. En un ambiente de absoluta asepsia y el equipo debidamente esterilizado en el laboratorio, el ejemplar se corta longitudinalmente con una navaja estéril y con unas pinzas de disección se extrae un fragmento de unos 2 mm. de tejido de la zona central del cuerpo fructífero, el cual se coloca inmediatamente en una caja de petri con el medio seleccionado. Las cajas se sellan con cinta adhesiva, para evitar una posible contaminación. Es importante que las cajas se incuben en posición invertida para evitar riesgos de contaminación, si el aislamiento se realiza de forma correcta, en 2 o 3 días se observara crecimiento micelial, lo que nos indicara un desarrollo normal del hongo que se ha sembrado.

El aislamiento esporico, se refiere a desarrollar una cepa a partir de las esporas del hongo y para ello lo primero que se debe de hacer es obtener las esporas sobre una hoja de papel (esporada), para asegurarse de obtener una buena esporada, deben seguirse los mismos criterios de selección del cuerpo fructífero del hongo, como en el caso anterior.

Para obtener las esporas, al cuerpo fructífero se le quita el pie, después el sombrero se coloca con la superficie de las laminas hacia abajo sobre el papel estéril. La superficie sobre la cual se coloca el papel con el hongo se debe limpiar perfectamente y desinfectarse de ser posible. Para que la descarga de las esporas se capte bien sobre el papel, se debe mantener el sombrero del hongo aislado de corrientes de aire, esto se puede lograr tapando el hongo y la hoja de papel con un recipiente de vidrio, ya sea un frasco de boca ancha o una caja de petri.

Transcurridas 5 horas se retira el hongo de la hoja de papel y esta tendrá dibujada sobre su superficie la impresión de las esporas con la forma de las laminas del hongo. Es conveniente secar la esporada dentro de una caja de petri durante 24 horas con una temperatura de 28 a 30 °C.

Para obtener la cepa a partir de la esporada, se debe trabajar en condiciones de absoluta asepsia. Primero se corta un trozo de un cm² del papel de la esporada con una navaja estéril. Se debe de cortar en el área en donde la concentración de las esporas sea más alta. Este cuadro de papel se sumerge en 100 ml. de agua destilada estéril y fría, ayudándose con unas pinzas de disección estériles y se agita fuertemente, para obtener una dilución 1:100

Con una pipeta estéril se toman 0.5 ml. de la dilución obtenida y se colocan en una caja de petri con el medio de cultivo seleccionado, procurando distribuir uniformemente el agua con la dilución en toda la superficie del medio. Se sellan las cajas con cinta adhesiva y se incuban a 25 °C. Al transcurrir una semana se debe de observar la aparición de micelios monospóricos. Una vez que los micelios han crecido, se toma un fragmento del medio de cultivo con el micelio y se deposita en otra caja con medio de cultivo, al realizar este tipo de resiembras, se garantiza la conservación de la cepa madre del hongo del hongo que nos interesa cultivar. (Gastón. 1992).

3.5.3. Elaboración del inóculo (micelio).

El inóculo o también llamado comercialmente "semilla", es el desarrollo masivo del micelio del hongo sobre un sustrato determinado, como pueden ser semillas de gramíneas, dentro de un frasco, botella o bolsa de polipapel. Esto es lo que constituye la base para el cultivo

comercial de los hongos comestibles. La técnica para la preparación de semillas en la elaboración del inóculo es la siguiente:

- 1.- Limpiar las semillas y eliminarles cualquier partícula ajena, mediante enjuagues continuos con abundante agua.
- 2.- Sumergir el grano en agua fría durante 42 o 36 horas o hervir durante quince minutos, hasta que quede de consistencia blanda.
- 3.- Transcurrido el tiempo de hidratación, se escurre el exceso de agua. En esta etapa los granos tienen una hidratación del 50% al 55% aproximadamente, lo cual se podrá comprobar al poder reventarlo fácilmente con los dedos. Es muy importante controlar la humedad del grano, ya que mientras más contenido de humedad exista se promoverá la presencia de contaminantes, y por el contrario una baja humedad repercutirá en un lento desarrollo del micelio.
- 4.- Colocar los granos en frascos de vidrio con boca ancha y capacidad de medio o un litro, se llenan los frasco a 2/3 partes de su capacidad con semilla hidratada, cantidades mayores no son recomendables, ya que en caso de contaminación las pérdidas serán severas o provocarán un excesivo desarrollo del micelio, debilitándolo y disminuyendo su rendimiento
- 5.- Esterilizar en autoclave u olla de presión a 121 °C y/o 15 libras de presión, durante 40 minutos.
- 6.- Una vez que se han enfriado los frascos con la semillas, éstos se agitan vigorosamente, con la finalidad de separar éstas entre sí y favorecer una hidratación y aireación más homogénea. (Gastón, 1992).

Después de haber preparado el medio adecuado en donde se hará crecer el micelio en forma masiva, se procede a la inoculación del mismo en los granos, los cuales están dentro de los frascos. Este trabajo deberá realizarse en un área aséptica, de preferencia cerrada y en donde no existan corrientes de aire, usando equipo esterilizado. Se recomienda usar una cámara de flujo laminar, o en su defecto dos o tres mecheros bunsen colocados de tal manera que originen una zona aséptica. El material empleado (agujas de disección, bisturí, navajas y asas de platino) se esteriliza flameándolo en la llama del mechero y dejándolo enfriar antes de su uso. Para la inoculación se procederá de la siguiente manera:

1. Con ayuda del bisturí o navaja, se cuadrícula el micelio contenido en la caja de petri, con la finalidad de obtener porciones de aproximadamente 1 cm²
2. Las porciones obtenidas, se depositaran sobre la superficie de cada uno de los frascos con el grano hidratado y estéril, auxiliándose con una aguja de disección o asa de platino.
3. A continuación se incuban los frascos ya inoculados, las cepas de *Pleurotus*, se incubarán entre 28 y 30 °C, con otras especies las temperaturas varían, pero en todos los casos el proceso debe ser en la obscuridad, hasta que el micelio cubra totalmente los granos, lo cual ocurre en dos o tres semanas. Durante este período deberán realizarse inspecciones continuas para detectar cualquier irregularidad, como contaminaciones, fructificaciones tempranas, etc. En el caso de que apareciera alguna contaminación, se debe de eliminar los frascos.

Los frascos preparados de la manera descrita reciben el nombre de frascos primarios (en inglés, "master") y serán empleados como productores

de mas micelio para una siguiente generación de frascos o de bolsas de polipapel, a los cuales se les llama secundarios, la técnica para preparar frascos secundarios es la siguiente:

1. Preparar el grano de igual manera que en la elaboración del grano primario.
2. Seleccionar frascos primarios de reciente elaboración, que presenten crecimiento micelial uniforme y denso y que no presenten ninguna irregularidad.
3. Separar entre sí los granos del frasco primario, por medio de golpes suaves al frasco.
4. Vaciar una pequeña cantidad de granos del frasco primario al frasco o bolsa estéril y mezclarlo homogéneamente. Esta operación deberá hacerse en absoluta asepsia.
5. Incubar igual que los frascos primarios.

Se pueden obtener a veces frascos de inóculo terciario, siguiendo la misma operación anterior, o incluso hacer más transferencias, sin embargo se recomienda hacer solo una transferencia con dicho frasco o bolsa secundaria, para no provocar disminución en la fuerza del micelio y en rendimiento y calidad del hongo cultivado. Se pueden obtener así 1000 frascos o bolsas terciarias, las cuales proceden de 100 secundarias y éstas de 10 primarias.

Ya obtenido el inóculo del hongo, éste se encuentra listo para su siembra en el sustrato elegido. Si fuera necesario el almacenamiento del inóculo, deberá realizarse a 5 °C y en la obscuridad, de lo contrario habrá la

posibilidad de que se desarrollen las fructificaciones en los frascos o en las bolsas, se recomienda que el tiempo de almacenamiento no sea mayor a 6 meses, debido a que el micelio se puede envejecer y compactar. Es importante señalar que el inóculo almacenado en refrigeración, deberá ser incubado a 28 °C de 12 a 24 horas antes de ser empleado en la siembra final.

Si el productor no elabora su propia semilla, es decir su inóculo, deberá tener especial cuidado en obtener uno de excelente calidad, ya que de éste dependerá significativamente el rendimiento esperado del hongo en la cosecha. (Gastón. 1992).

3.6. Preparación de sustratos.

El primer paso es la selección de un sustrato para el cultivo, es necesario conocer en primer lugar los requerimientos del hongo que se cultivará. Referente a la composición química del sustrato que se emplee, éste debe de contener todos los nutrimentos necesarios para el crecimiento del hongo. Entre ellos, deben estar la celulosa, las hemicelulosas y la lignina que funcionarán como fuentes principales de carbono y nitrógeno. Asimismo, es recomendable que el sustrato este libre de sustancias antifisiológicas que afecten el crecimiento del micelio, provenientes de fumigaciones u otros agroquímicos. (Ornelas. 1985).

3.6.1. Preparación de sustratos con desperdicios de madera.

Los primeros cultivadores de setas, usaron como sustrato trozos de madera y leña *Pleurotus spp.*, es un hongo lignívoro y puede crecer sobre madera muerta natural de especies arbóreas de hoja caduca como el álamo y sauce, o sobre sustratos preparados de desechos agrícolas, dando buenos

resultados, se eligen en función de dos factores básicos, la rapidez de fructificación y la duración del cultivo.

La madera blanda como la del sauce y el álamo son colonizadas rápidamente por el hongo y la fructificación aparece más temprano, sin embargo la madera es menos densa y se descompone más rápidamente.

El primer paso para el cultivo sobre troncos, es proveerse de madera fresca, que tenga un grado de humedad suficiente para el crecimiento del hongo. El diámetro aproximado de los tronco debe ser de 25 cm. y de largo de 1 a 1.5 m. para colectar, y se cortan trozos de 30 a 40 cm. (López. 1990).

3.6.2. Preparación de sustratos con paja de cereales.

Los resultados obtenidos en paja de cereales han resultado mejores. Es preferible que esta paja se aplaste y se triture en pedazos para que el manejo sea más fácil y se hidrate más rápidamente. Para hidratar se requieren aproximadamente 3000 litros de agua por tonelada de paja, el tiempo de hidratación es aproximadamente de 24 horas, antes de pasar al la pasteurización, esto puede determinarse cuando el color del la paja es café amarillento y esta bastante rígida. (Manzola. 1995).

Los sustratos usados para el cultivo de *Pleurotus spp.*, como las pajas, fibras de algodón, rastrojos, olote de maíz, etc. tienen la ventaja de que se les separa fácilmente la celulosa y la lignina, sin necesidad de fermentarlos.

Antes de la pasteurización debe existir una hidratación, en el caso de las pajas es recomendable cortarla en segmentos de 3 a 5 cm. con lo cual se tiene mayor retención de humedad y un fácil manejo, esta labor se puede realizar fácilmente con una picadora de forraje.

Para hidratar estos materiales, una forma práctica, es hacer pilas sobre un piso de preferencia de cemento, adicionando agua hasta alcanzar una humedad del 80 %, se cubre con un plástico y se deja por toda una noche. Al día siguiente estará listo para pasteurizar. (Gastón. 1992).

Otro método que puede ser utilizado en la hidratación del material, es elaborar un canasto de malla metálica, el cual pueda ser introducido sin dificultad en un tambo, este canasto debe ser llenado con trozos de paja de unos 5 cm. de longitud y sumergirse por espacio de veinte horas en un tambo con agua para que se alcance la humedad requerida. Esto es recomendable hacerlo con las pajas y rastrojos. (Clyde. 1979).

3.6.3. Preparación de sustratos con desechos agroindustriales.

Los materiales provenientes de residuos agroindustriales, es recomendable en general usarlos fermentados, como la pulpa de café, bagazo de caña de azúcar de maguey pulquero o tequilero, de henequén y de uva, lirio acuático, zacates verdes, tallos de plátano y otros materiales considerados residuos agroindustriales, además del estiércol de caballo que se usa en el cultivo de champiñón. Con la fermentación, se obtendrá un ablandamiento de la fibra que compone dichos materiales, lo cual favorecerá la retención de humedad necesaria para el desarrollo del micelio, también ayuda a la reducción de compuestos no deseables en los sustratos, como los taninos, fenoles, ácidos, resinas, etc. que afectan el desarrollo del micelio.

La fermentación debe ser de tipo aerobia, ya que se necesita de la presencia de oxígeno para desdoblar el azúcar en CO₂ y agua. Desde el punto de vista biológico, en la fermentación aerobia del sustrato ocurre una

secuencia de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) en sucesión, adaptados a las diferentes condiciones que se presentan en el proceso y en relación con los cambios de pH. Durante las primeras etapas se desarrollan microorganismos que descomponen los azúcares solubles. Después aparecen otros microorganismos que degradan carbohidratos más complejos como la hemicelulosa. De esta forma en la descomposición parcial del sustrato hay un enriquecimiento de microorganismos, que a su vez generan proteínas. Al final de la fermentación, el sustrato es rico en celulosa y lignina y pobre en hemicelulosa y quitina. En este estado el sustrato es semejante al de las pajas e idóneo para el crecimiento de los hongos comestibles.

El tiempo de fermentación dependerá del tipo de sustrato, la cantidad del mismo, la temperatura ambiente y la especie de hongo que se cultivará. El sustrato se colocará en forma piramidal, envuelto en ciertos casos en plástico negro para mantener la temperatura y la humedad, además de favorecer la actividad enzimática de los microorganismos. Para que se tenga una buena fermentación es necesario que el sustrato contenga entre el 70 - 75% de humedad, para favorecer las condiciones aerobias en el interior de la pila de fermentación, es necesario realizar volteos periódicos, deshaciendo y volviendo a hacer la pila. Se recomienda realizarlos cada tercer día para evitar una pérdida excesiva de calor y humedad. (Gastón. 1992).

Para conocer como se esta desarrollando el proceso fermentativo, se recomienda revisar la temperatura de la pila periódicamente hasta que alcance cerca de 35 °C. Es conveniente hacer una medición de pH en el sustrato, éste deberá estar en un intervalo de 6.0 - 6.5 . En caso de una alteración, será necesario modificarlo aplicando cal o carbonato de calcio

(CaCO₃) con un pH ácido y yeso con pH alcalino. El porcentaje empleado es del 2 al 4 % esto dependerá de la variación. (Gastón. 1992)

3.6.4. Pasteurización de sustratos

La paja se pasteuriza para eliminar parcialmente los microorganismos presentes en el sustrato como bacterias, mohos y levaduras, esto con el fin de favorecer que el micelio del hongo de interés sea el único que se desarrolle en el sustrato.

Uno de los métodos más comunes es el de sumergir el sustrato en agua caliente. Con el sustrato ya hidratado, se han de llenar costales, arpillas o algún canasto de malla metálica, los cuales deben poder ser usados fácilmente en esta tarea, tomando las debidas precauciones de no ocasionar un accidente. El sustrato ya empacado se introduce en un tambo con agua, el cual debe tener un nivel de dos terceras partes de su capacidad, cuando se alcanzan los 80 °C se mantiene por 30 a 45 minutos, dependiendo del sustrato que se este empleando, al término del tiempo se saca el sustrato del agua caliente y se deja escurrir por espacio de una hora, para eliminar el exceso de humedad y permitir que baje la temperatura en el sustrato para poder hacer la siembra.

Otro método empleado en la pasteurización del sustrato, es por medio de vapor. En este caso el material se coloca en camas de madera con una base de malla metálica, en cuartos cerrados. La capa del sustrato no debe exceder los 20 cm. de grosor, ya que impediría la libre circulación del vapor. Este se inyecta en el cuarto hasta que alcance 60 a 65 °C. y se mantiene por espacio de 10 a 12 horas. Después se inyecta aire frío filtrado, para el enfriamiento del sustrato. Éste método no es muy recomendable, ya

que mientras se eleva la temperatura, puede originar el desarrollo de algunos microorganismos contaminantes. (Gastón. 1992)

3.7. Inoculación de los sustratos.

El sustrato que se obtiene tras el proceso de compostaje y pasteurización, es estéril y por tanto muy sensible a la contaminación por los diversos microorganismos presentes en el ambiente, muchos de ellos tienen gran capacidad de invasión, superior a la del hongo que queremos cultivar, lo que puede limitar el futuro desarrollo del cultivo, por lo tanto para realizar esta actividad se debe contar con una instalación adecuada que nos ayude a evitar problemas de contaminación.

3.7.1. Características del área de inoculación.

El área destinada para esta actividad debe ser un cuarto bien aislado, por donde no puedan entrar corrientes de aire. Las paredes y el techo deben ser de un material que permita una fácil limpieza, el piso debe ser de cemento para que pueda lavarse perfectamente. Al interior se debe contar con una mesa de madera o de metal que puede ser de 2.0 X 1.2 m., pero esto dependerá de las necesidades de cada productor, la cual pueda cubrirse con un plástico grueso para facilitar la limpieza, En esta mesa es en donde se colocara el sustrato, para facilitar la operación de llenado de las bolsas, también se debe tener un estante o algún mueble que sirva para colocar los implementos que se han de utilizar (micelio, bolsas, guantes tapa bocas, alcohol, marcadores, etc.). (Experiencia personal).

3.7.2. Cuidados que se deben tener.

El sustrato ya pasteurizado y enfriado, debe estar bien escurrido, para evitar que se formen acumulaciones de agua en el fondo de las bolsas

en donde se inoculará el hongo; la temperatura del sustrato antes de iniciar la siembra debe estar cercana a los 25 °C. Para ello se puede pasteurizar desde un día antes a la siembra para dejarlo enfriar y escurrir toda la noche, protegiendo la zona de siembra con un plástico para evitar contaminaciones.

La siembra del hongo se puede realizar en bolsas de plástico transparentes; se recomiendan bolsas de 50 X 70 cm, aunque pueden ser mas pequeñas o más grandes dependiendo de la experiencia o requisitos del cultivador, éstas siempre deben ser nuevas y que no presenten perforaciones o estén sucias. No se deben utilizar bolsas negras u opacas por que tienen el inconveniente de no permitir ver el crecimiento del micelio sobre el sustrato y en el caso de que hubiera contaminantes, tampoco podríamos ver si aparecen éstos, para tomar las precauciones necesarias.

Todo el proceso de siembra se debe llevar a cabo en la zona destinada para tal efecto. Las precauciones a tomar deben ser máximas, es importante que las personas que llevan a cabo la siembra, deben vestir ropa limpia, portar cubre bocas y cubre pelo y sus manos se mantendrán bien limpias. La puerta del local debe de permanecer cerrada para evitar corrientes de aire mientras dure la siembra. Por lo tanto antes de iniciarla, se debe de asegurar que todo el material que ha de utilizarse, se encuentre listo en el interior de la cuarto de siembra. (Gastón. 1992).

3.7.3. Técnicas de siembra

En el caso de cultivo sobre troncos de madera, se requiere de condiciones ambientales favorables para la siembra, se recomienda que sea en los meses de verano pues las temperaturas elevadas favorecen el desarrollo rápido del micelio en el tronco.

La inoculación puede realizarse agujereando profundamente la madera en varios puntos o sembrando en hendiduras, y se tapa con plástico para proteger el micelio durante la incubación. El micelio va invadiendo el tronco en todas direcciones. Las condiciones óptimas de temperatura para el desarrollo del hongo son entre los 20 a 25 °C y una humedad del 85%. (López, 1990).

Para el cultivo del hongo sobre sustratos preparados con rastrojos, pajas o desechos agroindustriales, se presentan las siguientes técnicas:

La inoculación en los sustratos ya pasteurizados, puede ser mecánica o manual. Cuando se realiza de forma mecánica, una máquina sembradora se encarga de incorporar el micelio al sustrato en las bolsas en donde ha de desarrollarse el hongo. La tasa de inoculación varía del 1 al 4% del peso húmedo del sustrato. Este método presenta la desventaja de maltratar el micelio al manipularlo con la máquina, esto puede causar que se requiera más tiempo para la invasión de éste al sustrato. Un rango más alto de la tasa de inoculación nos dará un crecimiento más rápido del micelio pero puede causar en las bolsas temperaturas más altas de las deseadas. (Manzola. 1995)

Otro método práctico de realizar la siembra es aplicando de 800 a 1000 gr. de micelio por m² de sustrato, (se considera que 1 m² de sustrato equivale a 100 kg.).

Se mezcla homogéneamente la semilla en el sustrato de manera que quede toda bien distribuida para que pueda tener una producción importante. El procedimiento recomendado es dispersar el 80% del total de la semilla sobre el sustrato. Después dispersar el 20% restante cuando se

estén llenando las bolsas, procurando distribuir muy bien el micelio tanto en las orillas como en el centro de la bolsa

Todos los instrumentos que van a ser utilizados en la siembra deben desinfectarse en una solución de alcohol y las personas que intervengan en ella deben hacerlo con las condiciones más higiénicas posibles (usar tapabocas, ropa, zapatos y manos, todo bien limpio). (Manual Practico. 1992).

Otra recomendación es colocar el sustrato dentro de las bolsas mezclándolo bien con el inóculo o alternando una capa de sustrato y una de inóculo, el cual previamente se desgrana con la ayuda de una espátula, tomando la precaución de no maltratarlo ni exponerlo demasiado al medio ambiente. Dicho inóculo se distribuirá homogéneamente poniendo especial atención a las orillas de la bolsa y cuidando de no dejar zonas sin granos y otra con exceso del mismo. El inóculo que se debe colocar en cada bolsa será equivalente entre 3 y 5% del peso húmedo del sustrato.

Las bolsas que se han terminado de sembrar siguiendo las indicaciones anteriores, se cierran haciendo un nudo en la parte superior de las mismas, procurando que no quede demasiado aire dentro de ellas. Cada bolsa se debe marcar con los datos siguientes: cepa sembrada, sustrato utilizado y fecha de siembra, para llevar un control del desarrollo del micelio, la obtención de fructificaciones y la productividad de cada cepa. (Gastón. 1992).

3.8. Incubación de los sustratos.

Para iniciar la etapa de incubación, las bolsas con el sustrato ya inoculado deben ser llevadas a un área acondicionada para este fin, en

estas instalaciones no se requiere de iluminación, pues para el buen desarrollo del micelio se requiere que este en oscuridad, se debe poder controlar la temperatura en el interior de éste local. La mayoría de las cepas de *Pleurotus spp.* crecen bien a una temperatura de 28 °C. (Bucio. 1997).

Dos días después de la siembra las bolsas se deben de revisar, para verificar el buen estado del micelio. Es importante localizar posible fuentes de contaminación, como la aparición de contaminantes (mohos de distintos colores como verdes, anaranjados, amarillos o negros). Se recomienda revisar periódicamente el área de incubación, para en caso de que hubiera contaminación en parte del material, retirar este inmediatamente, para evitar que otras bolsas se contaminen. El control de insectos, en especial los voladores debe ser muy estricto y si se observan bolsas con larvas o adultos, se retiraran también de inmediato. (Gastón. 1992)

Durante la fase de incubación se debe tener condiciones de oscuridad y controlar la temperatura, la cual debe mantenerse entre los 25 - 30 °C, si aumentara demasiado, se puede inactivar el micelio. Al final de esta fase se hacen orificios al rededor de las bolsas, utilizando una navaja nueva y que esté bien desinfectada, con el fin de permitir el intercambio de aire. Cuando se presente un color blanco en toda la bolsa, es señal de que el micelio ha invadido todo el sustrato, este es el indicador de que éstas están listas para ser llevadas al área de producción. (Experiencia Personal).

Las altas concentraciones de bióxido de carbono (CO₂) favorecen el crecimiento óptimo del micelio, por lo que se requiere una ventilación mínima exterior. Sin embargo se requiere de circulación interna de aire en los cuartos de crecimiento para evitar diferencias de temperatura en el sustrato. El micelio tarda entre 14 a 20 días en colonizar el sustrato. La

formación de primordios no se inicia antes de que el sustrato este completamente blanco. (Manzola. 1995).

3.9. Manejo del cultivo.

Al terminar la fase de incubación, las bolsas ya completamente invadidas por el micelio, deben ser trasladadas a el área de cultivo, este lugar debe estar completamente limpio, no deben existir corrientes de aire o causas que puedan originar la entrada de contaminantes. En la construcción de estas naves deben usarse materiales aislantes que permitan conservar las temperatura requeridas con un gasto mínimo de energía, el intercambio de aire debe poder manejarse sin problemas, tratando de mantener concentraciones máximas a 1% de CO₂ ventilando el local entre 5 y 10 veces al día, dependiendo de la cantidad de sustrato que se este manejando y el tamaño de la nave. (García. 1985).

En las naves de cultivo, las bolsas serán acomodadas como sea más conveniente para una eficiente distribución y un óptimo aprovechamiento del espacio del que se dispone. En este lugar también se le darán las condiciones ambientales adecuadas para que pueda haber un buen crecimiento y se pueda obtener una buena calidad en la cosecha del hongo.

3.9.1. Colocación de las bolsas.

Existen varias formas para darle acomodo a las bolsas en el área donde se cultivará el hongo, la forma que se elija dependerá del tipo de instalaciones y del tipo de estructuras que se tenga para este fin.

Se puede usar un sistema en columnas, el cual consiste en colocar las bolsas en forma vertical, sostenidas por una estructura metálica, que puede ser un tubo o una varilla, ésta debe contar con una punta en la parte

superior para facilitar el ensartado de las bolsas, en la base deben tener un diseño que permita mantener el equilibrio de esta estructura con el peso de 4 o 5 bolsas, este sistema se recomienda usarlo con bolsas grandes. Usando este tipo de estructuras la distribución puede ser de una estructura por cada metro cuadrado.

Con un sistema de bolsas colgadas, no se requiere de las estructuras antes mencionadas, para poder sostener las bolsas solo se usa alambre, el cual se ensartara en las bolsas formando una especie de chorizo, estas se pueden colgar del techo o de una estructura especial que sea capaz de soportar el peso de las bolsas que se le pretende colgar, para emplear este sistema se recomienda hacerlo con bolsas pequeñas. (Experiencia Personal).

3.9.2. Inducción para la fructificación.

Después del proceso de incubación y ya instaladas las bolsas en el área de cultivo, pueden aplicarse algunas técnicas con las cuales se dará inicio a la aparición de primordios.

Para iniciar la formación de primordios, la composta debe de enfriarse hasta los 10 a 18 °C dependiendo de la variedad que se este cultivando. se debe de introducir aire para propiciar concentraciones de CO₂ inferiores a 0.06%. Esta concentración se puede conseguir haciendo funcionar los extractores de aire, para renovarlo hasta dos veces cada hora, principalmente en los espacios del día con mayor actividad micelial en el sustrato, que se presenta cuando la temperatura es más alta. Si las instalaciones son pequeñas y sin un equipo que recicle el aire, se recomienda abrir las ventanas por espacio de cuatro horas, al menos dos veces durante el día.

La luz es necesaria para una formación adecuada de la seta. Por lo menos 6 horas de luz continua en la superficie de fructificación. Los primordios iniciales aparecerán dentro de los primeros 3 - 4 días.

Otra práctica que se puede hacer es realizar varias perforaciones grandes en las bolsas, de unos 10 cm de longitud, cuando estas se encuentran invadidas completamente por el micelio, esto es con el fin de eliminar más rápidamente el CO₂, y provocar que la concentración de oxígeno sea más alta, lo que favorece la aparición de los cuerpos fructíferos, algunas variedades de *Pleurotus* como la Florida forman racimos de hongos, los cuales se forman y desarrollan en estas perforaciones.

3.9.3. Factores para la producción.

Los siguientes factores son fundamentales para el desarrollo de las setas : concentración de CO₂, humedad relativa, temperatura en el sustrato, en el aire y cantidad de luz

3.9.3.1. Ventilación.

Durante la maduración se requiere de un rango de ventilación más alto, para el primer brote, se necesitan 7 - 12 m³ de aire por m² de superficie de producción. Cada brote sucesivo requiere de una tercera parte menos de ventilación, concentraciones mayores al 2% de CO₂ ocasionarán un marcado alargamiento del pie y el sombrero no alcanzara su tamaño normal. También debe de evitarse un exceso de ventilación, porque las fructificaciones tienden a deshidratarse rápidamente.

3.9.3.2. Humedad.

La humedad relativa durante el periodo de cosecha debe de mantenerse entre el 85 - 90%. Este factor puede ser controlado humedeciendo las paredes y el piso de las naves. Esta operación puede ser realizada con un sistema de riego, que de forma periódica nebulise el ambiente, si se carece de este sistema, se puede sustituir con una manguera equipada con un aspersor y hacer los riegos manualmente, teniendo cuidado que los cuerpos fructíferos no acumulen exceso de humedad.

3.9.3.3. Temperatura.

El control de la temperatura es quizás el más importante de los factores, ya que regula en buena parte el metabolismo del hongo. Cuando se llegan a tener temperaturas arriba del óptimo, la producción es más acelerada, agotando más rápidamente el sustrato, también favorece la presencia de enfermedades. Esta puede bajarse con un buen sistema de ventilación o aplicando riegos a paredes y pisos. Si las temperaturas son por abajo de lo recomendado, el desarrollo del cultivo es muy lento y la aparición de los cuerpos fructíferos tardara más tiempo. Para reducir los efectos de las bajas temperaturas se debe instalar equipos de calefacción, si no es posible instalar estos sistemas, se recomienda que el techo y las paredes sean dobles para amortiguar los cambios de temperatura.

Una buena opción es usar variedades que estén adaptadas a las bajas temperaturas (variedades de invierno) o variedades que toleren el calor (variedades de verano).

La temperatura para los tipos de invierno debe mantenerse entre 12 - 14 °C durante el periodo de cosecha y para los tipos de verano deberá ser de 18 - 25 °C. (Bucio. 1996).

3.9.3.4. Luz.

Las deficiencias de luz afectan el desarrollo de las fructificaciones, por lo que para un buen desarrollo de los primordios deben de existir condiciones de penumbra (100 lux aproximadamente 12 horas/día, cantidad que es suficiente cuando es posible leer con facilidad en el interior de las naves). Estas condiciones se le pueden dar a las naves usando laminas translúcidas, distribuidas de tal forma que puedan iluminar homogéneamente toda la nave. Los requerimientos de luz para los primordios, deberán mantenerse a lo largo de toda la cosecha.. (Gastón. 1992).

El primer brote de setas esta listo para cosecharse entre los 10 - 14 días después del tratamiento de frío luz. Subsecuente mente se producirán 3 - 5 brotes en interválos de 10 a 15 días.

3.9.4. Cosecha.

La cosecha se realiza usando una navaja con buen filo y bien limpia, cortando los hongos desde la base, tratando de dejar lo menos posible de restos de la fructificación sobre las bolsa, pues estas pueden llegar a ser fuentes de infección y un atractivo para los insectos.

Los cuerpos fructíferos se deben cortar selectivamente, es decir, cortando los más grandes y dejando los más pequeños, para que puedan aumentar su tamaño. El punto ideal para cortar las fructificaciones es cuando el sombrero de las mismas se encuentra totalmente extendido, sin

que llegue a estar enrollado hacia arriba, pues este es un indicador de que el hongo ha madurado y que ya se paso el tiempo de corte, lo cual deteriora su calidad. (Gastón. 1992).

Diariamente se debe inspeccionar la nave, para cortar los hongos que hayan llegado al punto óptimo de corte, eliminar todos los residuos de los cuerpos fructíferos que pudieran haber quedado en las bolsas, asear el piso del área de producción, para eliminar todos los residuos que pudieran haberse acumulado al realizar el corte y dar los riegos y ventilación que requiera el cultivo.

El ambiente dentro de las naves de cultivo, se encuentra invadido por una gran cantidad de esporas, por lo que se requiere del uso de tapabocas que eviten la inhalación de estas esporas, pues dependiendo de la resistencia que presente cada persona, algunas pueden presentar síntomas de alergia.

3.10. Plagas y enfermedades.

Para obtener buenas cosechas de hongos, es necesario tener una serie de cuidados que eviten la entrada de plagas y enfermedades a nuestro cultivo. En general es recomendable siempre seguir algunas medidas de prevención como la higiene en todas nuestras instalaciones, dando una limpieza periódica en pisos, paredes, techos ventanas, mesas de trabajo, utensilios y en general a todo el equipo. Se recomienda colocar un tapete con solución desinfectante (formalina al 2% o agua clorada) en la entrada de los módulos.

El acceso a las instalaciones deberá estar controlado para evitar las visitas y en caso necesario, solo permitir el acceso limitado con ropa adecuada.

Todos los trabajadores deberán realizar sus actividades perfectamente aseados y usando equipo y ropa limpia.

3.10.1. Daños por insectos.

Son varios los insectos que atacan al cultivo de los hongos, pero principalmente algunas moscas como la "mosca del hongo" (*Lycoriella spp.*), y "la mosca del vinagre" (*Drosophila melanogaster*), que en menor o mayor grado causan daño a los hongos.

Mosca de los hongos:

Estos insectos tienen una amplia distribución geográfica, ya que es posible localizarlos en cultivos de champiñón en Estados Unidos, Holanda e Inglaterra (Statems y Chilton, 1983; Van Griensen, 1988; Fletcher et al., 1989), hasta en cultivos de *Pleurotus* y *Lentinus* en México. Estas moscas son pequeñas de 3 a 4 mm. de largo, las larvas son de 6 a 12 mm. de largo, su cuerpo es blanco a semitransparente y su cabeza es negra brillante. Su ciclo de vida lo desarrollan en aproximadamente 2 a 3 semanas. Aunque prosperan en cualquier etapa del proceso de cultivo de los hongos, tienen preferencia por la fase de incubación de las bolsas, ya que ahí depositan sus huevecillos sobre el sustrato y sus larvas se desarrollan y alimentan del micelio. El daño más grave es cuando hacen túneles en las fructificaciones, ocasionando que los hongos no tengan aceptación en el mercado.

Debe tomarse en cuenta el tamaño de estos mosquitos, para usar tela en las puertas y ventanas como protección de insectos, ya que una tela

común contra mosquitos es inadecuada. Se recomienda usar tela de organdí.

Mosca del vinagre:

Generalmente se presenta en la etapa de preparación del sustrato, atraída por el intenso olor de los productos de la fermentación, esta mosca no llega a ser un problema fuerte, cuando se han tenido los cuidados de preparar adecuadamente el sustrato.

Para controlar la plaga de los mosquitos, se deben colocar protectores contra insectos en todas las entradas de aire , colocar trampas para insectos que contengan mezclas de fruta con mosquicidas. Es recomendable colocar tiras de plástico cubiertas de aceite comestible cerca de las áreas de acceso. Para casos extremos del desarrollo de la plaga de mosquitos, se debe desocupar totalmente el local de hongos y fumigar con insecticidas a base de piretoides, siguiendo estrictamente las recomendaciones de su uso.

3.10.2. Problemas con roedores.

En este grupo de animales se incluyen pequeños mamíferos, como las ratas y los ratones, incluso de campo, los problemas con estos animales generalmente se presentan en instalaciones de construcción rústica. Para su control se debe revisar periódicamente el local, para localizar posibles conductos de entrada, como desagües, coladeras, orificios, etc. Para combatir estos animales se deben usar trampas, no así venenos que pueden ser peligrosos si se mezclan con los hongos.

3.10.3. Contaminación por hongos.

Constituyen quizás el principal problema en el cultivo de los hongos comestibles, debido a su alta frecuencia y lo difícil de su erradicación. Generalmente son mohos y la presencia de estos se debe a descuidos en las operaciones de pasteurización, enfriamiento del sustrato y la siembra. Entre los principales hongos que son motivo de contaminación tenemos:

Trichoderma.

Son mohos verdes cosmopolitas, están adaptados a diferentes condiciones ambientales y a eso se debe su amplia distribución.

En *Pleurotus* es más susceptible cuando el moho se establece antes de la propagación del micelio del hongo comestible, cuando la humedad relativa sobrepasa el 90%, después de haber estado en condiciones anormales de crecimiento (temperaturas y humedades extremas, luz directa, sustrato mal preparado, mala pasteurización, etc.),

Este hongo en un principio es blanco, pero a los 2 o 4 días se torna verde por la proliferación de las esporas.

Penicillium.

Estas especies son semejantes a las de *Trichoderma*, ya que también son verdes y polvorientas. Son abundantes sobre alimentos, frutas (especialmente las naranjas mal almacenadas), sobre objetos de piel, granos almacenados y en general en áreas húmedas y mal ventiladas. Su temperatura de crecimiento óptimo es de 28 °C y el medio de dispersión más frecuente es el aire. Los problemas asociados a este hongo son similares a los ocasionados por *Trichoderma*.

Aspergillus.

Mohos comunes en laboratorios, como contaminante en cajas de petri o tubos con medios de cultivo, en el inóculo de grano y en módulos de producción sobre el sustrato. Estos hongos prefieren pH ligeramente alcalino y es característico verlos crecer sobre los estantes. El medio de dispersión más común es el aire. Las especies de este género presentan aspecto polvoriento en diferentes colores, amarillos verde a negro, siendo más frecuentes las verdes.

Para controlar todos estos mohos, deben tomarse estrictas medidas de higiene y cuidado en cada una de las etapas del cultivo y se desinfectarán las áreas y equipo de trabajo, como se mencionó anteriormente.

El control químico mediante la aplicación de fungicidas, se recomienda solo en casos extremos, por la toxicidad que representan y porque estos hongos pueden mutar y producir nuevas cepas resistentes a los productos químicos.

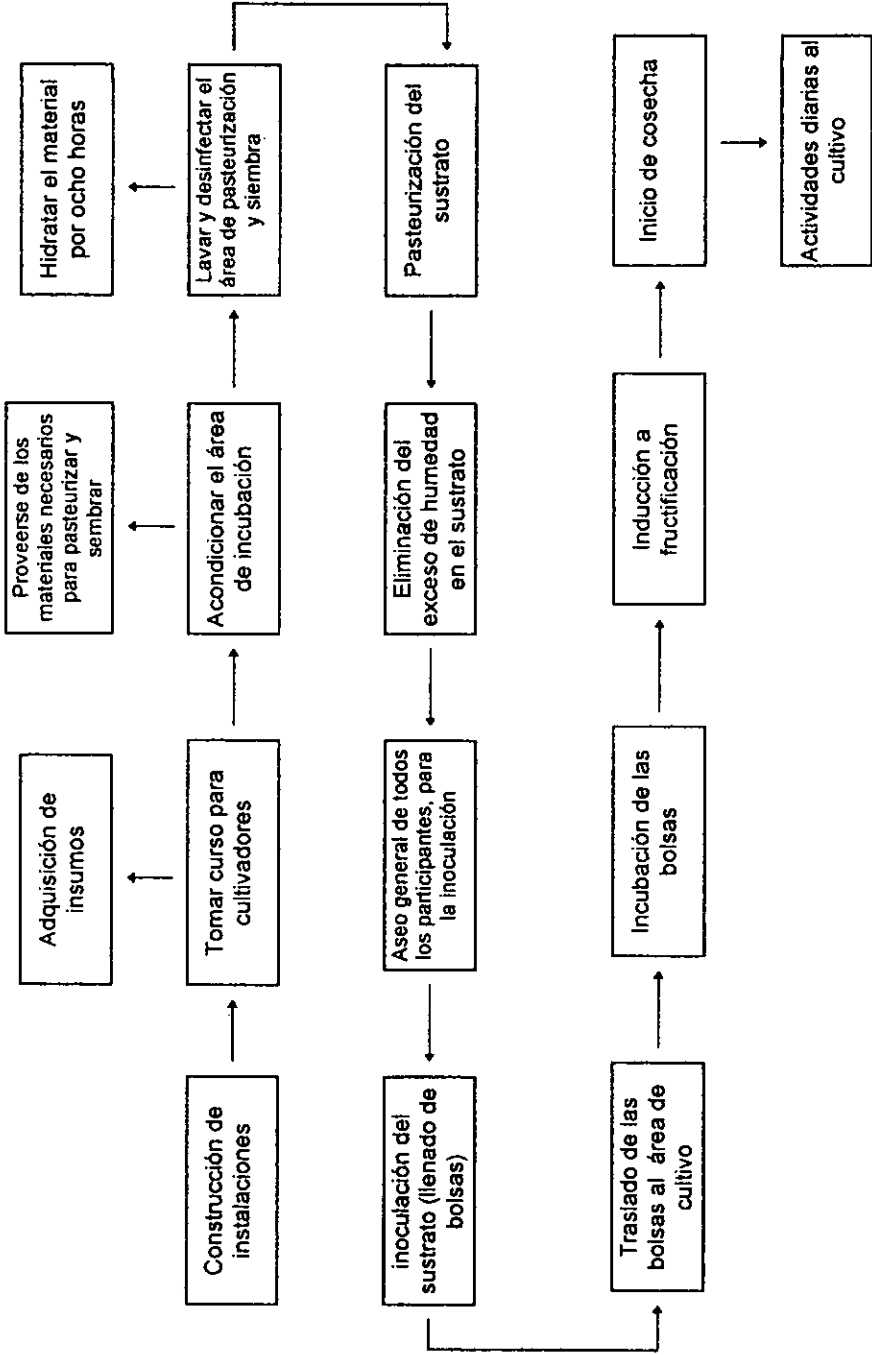
Coprinus lagopus.

Son hongos macroscópicos con sombrero y pie bien definido; son comunes sobre el sustrato fermentado sin control. El medio de dispersión es el aire o la utilización de sustratos contaminados. La presencia de este hongo indica muchas veces un alto contenido de nitrógeno en el sustrato y un pH alcalino; sus esporas tienen alta resistencia al calor y frecuentemente sobreviven al proceso de pasteurización.

Estos hongos tienen micelio blanquecino y de intenso crecimiento, rápidamente se desarrollan en fructificaciones blanquecinas con sombrero ovalado y un pie largo, blanco y frágil; la madurar el sombrero toma un color negro y se desintegra rápidamente en un líquido negro que contiene las esporas, estos hongos pueden producirse antes de la primera cosecha de *Pleurotus*. No son venenosos, únicamente deben desecharse, ya que no son aceptados en el mercado por su fragilidad y rápida maduración.

Finalmente se recomienda evitar hasta donde sea posible, el empleo de sustancias químicas por su toxicidad. Por otra parte el ataque de las enfermedades y plagas varía de región en región y de especie a especie, ya que no serán las mismas enfermedades y plagas en las zonas tropicales y húmedas, que en las regiones templadas y secas. (Gastón. 1992)

3.11. DIAGRAMA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PRODUCCIÓN



4. EXPERIENCIA DE PRODUCCIÓN DE *Pleurotus spp.* EN SAN. PABLO AUTOPAN.

4.1 Características del lugar.

Ubicación.

Esta experiencia de producción de cultivo del hongo seta, se desarrollo en la comunidad de Barrio Pueblo Nuevo, San Pablo Autopan, localizada a 9.5 km. al norte de la cabecera municipal en el municipio de Toluca, Estado de México.

Esta comunidad colinda al norte con los municipios de Temoaya y Oztolotepec; al este con las localidades de San Mateo Oztacatipan y San Pedro Totoltepec; al sur con la ciudad de Toluca y el Municipio de Metepec; y al oeste con la localidad de Calixtlahuaca y el municipio de Almoloya de Juárez

Las coordenadas geográficas en donde se encuentra ubicada esta comunidad son:

Latitud Norte	19° 21'
Longitud Oeste	99° 40'
Altura	2610 m.s.n.m.

Clima:

En este lugar se encuentra un clima C(w2) con una temperatura media anual de 12.6 °C y una precipitación de 785.5 mm anuales.

Aspectos generales.

Esta experiencia fue desarrollada por un grupo de seis personas, todos residentes en esta comunidad. El inicio de las actividades comenzó en el mes de septiembre de 1997; empezando desde la construcción de los módulos para el cultivo y la adquisición de los insumos y materiales propios para el cultivo.

Este proyecto presenta la característica de ser una experiencia novedosa para los participantes, pues sólo uno de ellos participo en una ocasión anterior en algunas labores del proceso del cultivo, pero para todo el grupo existió un curso básico para cultivadores de hongo, previo al inicio de sus actividades. El no contar con una experiencia más amplia limito en algunos aspectos el desarrollo de sus actividades como el hecho de no haber elaborado un registro detallado de todas las actividades y de el rendimiento total obtenido de producto.

4.2. Módulos de cultivo.

El proyecto esta contemplado para la construcción de seis módulos, en los cuales participen como equipo todos los integrantes en las actividades más pesadas y cada uno como cultivador en su propio módulo, atendiendo las labores diarias más sencillas. Actualmente se cuenta con tres módulos terminados los cuales tienen las siguientes características: sus dimensiones son de 5 X 4 m. de base con una altura de 2 m. en la parte trasera y 2.20 m. en la parte de enfrente. Los materiales usados para el piso, fue una mezcla de cemento con tepojal (material para construcción ligero y poroso), las paredes son de tabicón, sin aplanado ni encalado. estos materiales se usaron con el propósito de tener una retención más alta de humedad. El techo es de lamina de cartón con 4 laminas traslúcidas de fibra

de vidrio intercaladas para dar iluminación al interior. Se instaló en el techo una capa interior de 10 cm. de paja de trigo como aislante térmico. Al interior del módulo se colocó un plástico como aislante en las paredes, con una separación entre 10 - 15 cm. como barrera térmica para disminuir el cambio de temperatura, que en esta zona y en la temporada de invierno, suele ser muy baja por las noches. Para la ventilación se cuenta con 4 ventanas de 1.5 X 0.6 m. con orientación oriente-poniente y 4 ventilas de 40 por 40 cm. con orientación norte-sur y una puerta metálica de 0.7 X 1.8 m., Tanto en ventanas, ventilas y puerta se colocó tela mosquitero para evitar la entrada de insectos

4.3. Preparación del sustrato y manejo del cultivo.

Para realizar un trabajo, cualquiera que este sea, siempre es conveniente contar con un método apropiado, en donde se contemple cada uno de los pasos y el orden que se ha de seguir, para desarrollarlo con la mayor eficiencia posible.

En el caso de esta experiencia, originada por los participantes de este proyecto, es importante mencionar que la técnica que aplicaron para el desarrollo de su cultivo, fue una combinación de recomendaciones y técnicas prácticas, las cuales les fueron proporcionadas en un curso y pláticas para el cultivo de este hongo; así como adaptaciones de ellos mismos a estas recomendaciones, originadas por los materiales e instalaciones de los cuales disponían y la época del año en la cual se estableció el cultivo.

4.3.1. Adquisición de insumos y equipo.

Los insumos y materiales necesarios para el cultivo, fueron comprados o adquiridos en la misma región, todos al mismo tiempo con la excepción del micelio el cual fue comprado en partes, según se le necesitaba, por ser este un producto perecedero. Para la compra de este insumo se contacto con dos proveedores de municipios vecinos.

Materiales:

50 pacas de paja de trigo

55 kg. de micelio

tapabocas

alcohol

navajas

ligas

bolsa de plástico calibre # 6 de 40 X 70 cm.

alambre galvanizado

leña

agua

Equipo:

2 tambos metálicos con capacidad 200 litros

1 pileta de 2 m³, para el agua fría

2 bielgos

tarimas (tipo montacargas)

4.3.2. Composteo.

No realizaron el picado de la paja, el material dentro de las pacas aun cerradas era de tamaño mediano, trozos de 10 a 15 cm. por lo que decidieron usarlo así. No le dieron al material un proceso de hidratación, por

considerar que no afecta al desarrollo del hongo según experiencias anteriores de otros productores.

4.3.3. Pasteurización.

Este proceso lo realizaron provocando un choque térmico en el sustrato, usando primero agua caliente y después agua fría. Se usó la paja de trigo como único material para preparar el sustrato. Para poder pasteurizar, se deshizo la paca y se usó el material tal y como esta estaba; es decir sin darle un tratamiento previo.

En primer lugar se calentó agua en un tambo de 200 litros a una capacidad de $\frac{2}{3}$ partes de su capacidad hasta hervir, en seguida metieron la paja en el tambo aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes de una paca por espacio de 20 minutos, transcurrido este tiempo sacaban la paja del agua caliente con los bielgos e inmediatamente la metían a la pileta de agua fría entre 5 y 10 minutos, después era sacada del agua fría y colocada en el cuarto de siembra sobre una mesa improvisada con las tarimas (tipo montacargas) para dejarla escurrir entre 10 y 16 horas, esto lo determinaban tomando un poco de paja con la mano y la apretaban con fuerza, si escurría agua le daban más tiempo hasta conseguir que no escurriera y que solo quedaran pequeñas gotas en su mano. En este punto consideraban que estaba lista para iniciar la siguiente fase. Este proceso lo repetían hasta seis veces seguidas, tratando de pasteurizar cinco pacas de paja en cada ocasión, labor que realizaban cada fin de semana.

4.3.4. Inoculación (siembra).

El lugar que se utilizó para la siembra fue uno de los módulos terminados, se le trataron de dar las condiciones de higiene necesarias para

esta actividad. El piso fue lavado con jabón y cloro, así como la mesa que se improvisó con las tarimas, después de la limpieza se introdujo todo el material necesario para esta actividad antes de dar inicio, con el fin de evitar entradas y salidas innecesarias de la gente.

El micelio fue conseguido un día antes y se dejó a temperatura ambiente hasta el momento de ser usado.

Las personas que participaron en esta actividad, lo hicieron perfectamente aseados (bañados) y con ropa limpia, zapatos de calle limpios, manos lavadas y desinfectadas con alcohol, además usando cubrebocas.

La técnica que siguieron para llenar las bolsas con el sustrato e inocularlas fue colocar primero en el fondo de la bolsa un poco de micelio (aproximadamente la mitad de lo que cabe en un puño), distribuyéndolo homogéneamente en la base de la bolsa, en seguida se tomó una porción de sustrato y se colocó en la bolsa, procurando formar una capa uniforme de 10 cm. sin compactar, esta operación de colocar una capa de micelio y otra de sustrato se repitió hasta llenar las bolsas terminando con una capa de micelio. En seguida se compactó el sustrato dentro de la bolsa para eliminar el exceso de aire y dar un poco de firmeza a las bolsas, tratando de no excederse en esta operación, al final de cada bolsa se procuraba dejar 15 cm. sin sustrato para facilitar el cerrado de estas con las ligas. Toda esta operación se realizó en una sola ocasión, hasta terminar el total del sustrato que se preparaba un día antes, éste alcanzaba para el llenado de unas 20 bolsas las cuales pesaban entre 8 y 9 kg. cada una. Este trabajo lo realizaban en un promedio de dos horas, solo hasta entonces se

desocupaba el área de siembra y se trasladaban las bolsas al área de incubación.

4.3.5. Incubación.

Para esta fase del cultivo se uso otro de los módulos terminados, en este lugar se acomodaron 160 bolsas. Estas fueron introducidas a este lugar con un período de tiempo escalonado; es decir, como solo se trabajo con todos los integrantes del proyecto en forma regular los fines de semana, y ocasionalmente con la participación de algunos de ellos entre semana, la producción obtenida de bolsas listas para ser incubadas, fue muy variable en cada semana y se prolongo hasta casi dos meses; por lo tanto la invasión del micelio en las bolsas también se presento de forma escalonada. Para su acomodo en el área de incubación, estas fueron atravesadas con alambre galvanizado previamente desinfectado con alcohol, a cada bolsa se le colocaba una madera como base hasta completas cinco bolsas en cada gancho, estas fueron colgadas del techo esperando a que fueran totalmente invadidas por el micelio.

Por la temporada del año en la cual se inicio este cultivo se presentaron problemas por las bajas temperaturas (presencia de algunas heladas), este fenómeno ocasiono que existiera un retraso en la incubación, pues de los 20 días promedio que tarda una bolsa de este tamaño en incubarse, se prolongo hasta los 45 a 50 días, esta situación dio origen a una incertidumbre entre las personas participantes del proyecto, por lo que decidieron favorecer de algún modo la invasión del micelio a las bolsas. Durante el día sacaron algunas bolsas y las pusieron al sol cubriéndolas con un plástico negro, para elevar la temperatura en el interior de las mismas, teniendo el cuidado de cubrirlas con una tela aislante para evitar un

exceso en la acumulación de calor entre el plástico y las bolsas. Por las noches, solo en algunas ocasiones usaron el calor de un anafre, de este modo se aceleró la incubación de las últimas bolsas.

4.3.6. Inducción.

Para poder inducir las bolsas a la producción, se revisaban periódicamente esperando que se completara la etapa de incubación, cuando observaron la aparición de los primeros primordios, sacaron las bolsas que presentaban este desarrollo para colocarlas en el módulo de cultivo, ya en este lugar retiraron el alambre y realizaron pequeñas aberturas (5 a 10 cm.) sobre el punto en donde aparecieron los primordios, para esta actividad usaron navajas nuevas y desinfectadas.

El acomodo de las bolsas lo hicieron sobre tarimas tipo montacargas colocando tres niveles acomodando 4 bolsas en cada tarima, formando 3 hileras y dejando 2 pasillos centrales de 60 cm de ancho. Se comenzó a dar ventilación en el módulo abriendo las ventanas por periodos de 1 a dos horas diarias, dependiendo de la humedad en el ambiente. Esto fue con el fin de disminuir la concentración de CO₂ y favorecer la circulación de aire entre las bolsas para acelerar el desarrollo de los primordios.

4.3.7. Manejo del cultivo.

Para un buen éxito en el manejo del cultivo fue indispensable darle una atención diaria, revisando el módulo dos veces al día, en la mañana y por la tarde, las actividades que se realizaban diario eran la cosecha, si no había hongos maduros que cortar, realizaban una inspección a las bolsas y se continuaba con el resto de las actividades.

En esta experiencia no contaron con instrumentos básicos de medición como el termómetro y el higrómetro, instrumentos que ayudan a darle al cultivo las condiciones mas cercanas a lo óptimo, esta condición obligó al grupo a que estuviera mas pendiente de su cultivo.

Para entrar al módulo a realizar las diversas actividades que requería el cultivo, las personas que las realizaron tuvieron la precaución de hacerlo usando cubrebocas, para evitar las molestias que se pueden originas al inhalar las esporas presentes en el ambiente dentro del módulo.

Corte del hongo:

Para este fin utilizaron navajas desinfectadas en alcohol, cortando sólo los hongos de más grandes y que presentaban características de madurez, dejando los más pequeños para que alcanzaran un mayor tamaño, aun cuando estuvieran en un racimo con varios hongos grandes. El corte lo realizaban retirando los hongos desde la base de los racimos, estos eran recolectados en cestos de plástico sin darles un acomodo ordenado.

Limpieza:

Después de realizar el corte diario, las bolsas que presentaban residuos en los puntos en donde se realizarón cortes anteriores y que presentaban coloraciones oscuras eran retirados totalmente antes de que por pudrición contaminaran las bolsas. El piso también era aseado, pero solo cuando se acumulaba basura (desechos de la cosecha).

Ventilación:

Esta actividad la realizaban por las mañanas, abriendo las ventanas por un espacio de 4 horas. Cuando existían corrientes de aire en el exterior

no ventilaban el modulo, púes esto les ocasionaba problemas severos de deshidratación en los cuerpos fructíferos y hasta muerte de los mismos.

Riego:

Este lo aplicaban al piso con una cubeta hasta dejarlo completamente empapado, en las bolsas lo aplicaban directamente al sustrato a través de una abertura en la parte superior, apoyándose con un recipiente para no mojar los hongos y evitar problemas en la calidad del producto por exceso de humedad, el riego a las bolsas solo se aplicaba a las que presentaban hongos y a las que era notorio que requerían de riego por estar muy seco el sustrato.

Temperatura:

En esta etapa del cultivo no se uso ninguna fuente de calor para mantener la temperatura adecuada al cultivo. Lo único que se uso para amortiguar los cambios de temperatura fue el acondicionamiento de las instalaciones en paredes y techo. en el piso se usaron las tarimas como aislante térmico.

Incidencia de luz:

La cantidad de luz que recibían los hongos en el interior del módulo, es la que permiten pasar las laminas traslúcidas, la cual es suficiente para poder leer sin forzar la vista, además de que las horas en donde se abrían las ventanas se tenía una mayor intensidad de la misma.

Problemas sanitarios:

Durante el tiempo que duro todo el ciclo del cultivo, no se presentaron problemas reales de contaminación en las bolsas, solo cuatro

desarrollaron contaminación con manchas de color verde, las cuales fueron retiradas del área de cultivo, apenas notaron la aparición de estas manchas. Tampoco hubo la presencia de ninguna clase de insectos en el interior de los módulos.

4.4. Rendimientos.

No guardaron un registro del total de kilogramos cosechados con detalle, pero se llevo un registro aproximado en algunas bolsas; el dato vario entre los 3 a 4 kg. en cada bolsa, este dato indica que se pudieron haber obtenido poco más de 500 kg. de producción total, durante todo el ciclo en este módulo.

El tiempo que tardaron las bolsas en estar produciendo hongo vario desde los 50 hasta los 80 días, esto es considerando que la preparación de las bolsas fue escalonada y como consecuencia, las bolsas llegaron al módulo de producción con un promedio de un mes de diferencia entre las primeras y las ultimas.

5. ANÁLISIS.

Vías de comunicación:

El lugar cuenta con una carretera que comunica a la ciudad con esta comunidad y además buenos caminos, indispensables para poder tener acceso hasta el punto en donde se encuentran las instalaciones. La importancia de tener buenos caminos es porque en la adquisición y transporte de los insumos, en especial las pajas, que son volúmenes grandes y se requiere que el medio de transporte pueda tener un fácil acceso, en el caso de los hongos cosechados, es importante que puedan ser sacados rápida y fácilmente, por ser altamente perecederos, ya que si su principal objetivo es el mercado, éstos deben llegar con excelente calidad.

Construcción de los módulos:

En la construcción de los módulos, los materiales empleados y el tipo de construcción, son mas de un tipo permanente, su construcción resulto en un costo mas elevado, pero para la construcción de éstos, no necesariamente deben usar materiales caros, si los recursos solo alcanzan para una construcción a base de madera y laminas de cartón, el cultivo puede ser establecido, no descuidando algunos aspectos importantes que el cultivo requiere para un buen desarrollo. El tipo de construcción por el cual se decidan, debe estar en función de su economía y de los objetivos que se persigan. En el presente caso, el objetivo es terminar de construir el resto de los módulos usando el mismo tipo de materiales, porque este grupo pretende continuar con el cultivo de los hongos en forma indefinida y para ellos es mas funcional el tener este tipo de instalaciones.

Los insumos:

Es importante recalcar que estos deben ser de la región y de preferencia disponibles todo el año. En este proyecto se adquirieron pacas de paja sólo en la cantidad que se requería para una sola ocasión; no consideraron que en la época del año cuando adquirieron este material, era barato y abundante en la región, pero para continuar con el cultivo, cuatro meses después este mismo material era escaso y caro, esta situación origino que suspendieran temporalmente el proyecto hasta que este insumo pudieran adquirirlo a un precio accesible. El resto de los insumos no tienen este problema, es posible encontrarlos disponibles todo el año y siempre a un precio accesible. Para el caso del micelio que es un insumo delicado, siempre deben tratar de solicitarlo con anticipación al proveedor, para asegurar que se tendrá en la cantidad y tiempo requeridos,.

Es conveniente que busquen dentro de la región, otro material que pueda ser usado como alternativa para elaborar el sustrato, en casos como éste en donde la paja es escasa y cara.

Experiencia para el desarrollo de este cultivo :

El contar con conocimientos previos sobre este cultivo o que por lo menos una persona dentro del grupo haya participado en labores para el cultivo, es importante, pero no es suficiente, pues se pueden tener muchas deficiencias en los conocimientos necesarios para desarrollar todo el proceso que el cultivo requiere.

Al desarrollar nuevos ciclos de cultivo y a través de experimentar con éste, aprendiendo de sus propios errores, su experiencia se irá enriqueciendo, pero es recomendable que adquieran literatura (libros,

manuales o folletos) y en el mejor de los casos si pueden tomar cursos prácticos, pueden serles muy útiles y ayudarles a resolver muchas dudas.

Preparación de sustratos:

La importancia de realizar todos los procesos que requiere el cultivo, estará reflejada en el rendimiento que se logre obtener al final del ciclo. En la preparación del sustrato, este grupo omitió la hidratación, aplicar carbonato de calcio y cortar la paja en trozos mas pequeños, todos estos procesos no son indispensables, pero sí ayudan a dar un mejor manejo al sustrato y darle una mejor preparación para que el hongo tenga un mejor desarrollo. Cuando las pajas son demasiado grandes y duras por no hidratarse previamente, o con un pH ácido, el desarrollo del micelio estará mas limitado y el periodo de incubación puede prolongarse.

Producción escalonada:

La preparación del sustrato, en esta experiencia fue de tipo escalonada, esta situación se origino porque los participantes, solo destinaban el tiempo que les quedaba libre en los días de la semana para esta actividad. El tener una producción con estas características presento algunas desventajas en el área de cultivo, como el tener que desarrollar las mismas actividades al cultivo de la misma forma que si el módulo estuviera a toda su capacidad, que no hubo la capacidad de remplazar las bolsa con sustrato agotado por bolsas con sustrato nuevo y continuar con el ciclo sin interumpirlo. Además se pueden presentar contaminaciones tanto en las bolsas que ya estén terminando de producir como en las bolsas nuevas, por no poder hacer una limpieza y desinfección de las módulos, como se recomienda al final de cada ciclo.

Incubación del sustrato:

La técnica aplicada en el acomodo de las bolsas para su incubación presenta varios inconvenientes; primero, es poco práctico ensartar las bolsas en un alambre y formar un gancho que sostenga cinco bolsas, para que después al pasarlas al área de cultivo, se deshaga esta estructura para poder colocarlas sobre tarimas, esto representa doble trabajo; además si en un gancho las bolsas completan la fase de incubación de forma irregular, no podrán retirar las que estén listas sin maltratar a las demás; también el riesgo de una contaminación en el sustrato es más alto usando esta técnica, si el alambre o los instrumentos usados en esta actividad no están bien limpios y desinfectados.

La idea de sacar las bolsas al sol para elevar la temperatura en éstas, es una práctica de alto riesgo, pues se debe de evitar que cuando las bolsas estén bajo el calor del sol, les de la luz directa, que el calor que puedan recibir no rebase el límite de temperatura tolerado y los materiales que se usen para cubrir las bolsas deben estar completamente limpios.

Si se dispone de mas tarimas, sería mas práctico que las usaran en el área de incubación, para poder dar un mejor acomodo de las bolsas y una mejor estiba de las mismas, además de que este material serviría como aislante térmico.

Problemas sanitarios:

Puede pensarse, que como prácticamente no existieron problemas de contaminación en instalaciones y en el sustrato, el proceso que siguieron en todo el cultivo no es tan malo, pero si consideramos que el desarrollo de este cultivo lo realizaron a fines del verano y principios del invierno; época

del año en donde la incidencia de plagas y enfermedades es mínima, por encontrarse muchos de los organismos y microorganismos causantes de estos problemas en un estado de latencia, además por tratarse de instalaciones nuevas, la presencia de patógenos dentro de la construcción prácticamente es nula, pudiendo ser esto un problema después de varios ciclos de cultivo, cuando la proliferación de microorganismos patógenos puede presentarse en el interior de las instalaciones, si no se realizan adecuadamente labores de desinfección.

No es posible tener la seguridad de que el éxito que tuvieron en el manejo de su cultivo, se repita en la época del año en donde el calor y la humedad presentes en el ambiente, son los mas favorables para la proliferación de plagas y enfermedades. sobre todo si se considera que no emplearon algunas medidas sanitarias de tipo preventivo, como usar tapetes sanitarios a la entrada de sus instalaciones, la tela mosquitero que usaron en la puerta y ventanas, no es la adecuada y que en las diversas maniobras que hicieron con las bolsas, éstas estuvieron expuestas a algún tipo de contaminación.

Instrumentos de medición:

Por lo menos debe de contemplarse el uso de un termómetro y un higrómetro, para poder darle un mejor control al cultivo. Las condiciones que se presentaron en invierno pudieron no ser un problema tan grave, pues las bajas temperaturas que se pueden presentar en el interior de los módulos, solo pueden ocasionar que el desarrollo del cultivo sea más lento o hasta que pueda detener su desarrollo, pero con temperaturas altas, por arriba de lo tolerado por el cultivo, el micelio puede morir originando que se pierda todo el cultivo; estas temperaturas se pueden presentar con facilidad en el

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

interior de este tipo de módulos, en la temporada de calor, por lo tanto si es importante el uso de un termómetro en el interior del modulo para vigilar la temperatura ambiente, al interior del módulo. También con altas temperaturas, la humedad ambiental es muy baja y un higrómetro nos ayudara a calcular la cantidad de riego que requiere el cultivo.

Registro de datos:

Por último es importante señalar la importancia de llevar un registro de todas las actividades, tiempos y rendimientos que se presenten en nuestro cultivo. Esta información es muy útil en el desarrollo de nuevos ciclos de cultivo, para poder determinar que micelio dio más rendimiento, si se usaron varias cepas, cuanto tiempo tardara una bolsa en incubarse totalmente y con que temperatura, cuanto tiempo estará en producción y cual será el rendimiento esperado por cada bolsa.

También se debe de llevar un registro de todas las dudas que se presenten en el desarrollo del cultivo y problemas que se presenten. Esta información es importante, para recibir asesoría, si cuentan con la asistencia de un técnico, o para buscar información sobre estas dudas a través de cursos o en algún tipo de literatura.

Cuando el destino principal del cultivo es el mercado, contar con todos estos datos, también sirve para calcular los costos de producción, los ingresos por ventas y la utilidad esperada en cada ciclo y por modulo.

Rendimientos:

Con el calculo estimado de 500 kg. de hongo cosechado durante todo el ciclo, se puede decir que el objetivo de producir alimento si se cumple.

Suponiendo que una sola familia que se encargue de un módulo con éstas características, considerando el estimado de 500 kg. cosechados en un sólo módulo en un período de tiempo aproximado a 4 meses para la época de invierno; se puede deducir que la producción rebasa sus necesidades de complemento en la alimentación, por lo tanto existe la posibilidad de destinar el producto de mejor calidad al mercado y logren obtener ingresos, con los cuales puedan comprar los insumos requeridos para darle continuidad al cultivo.

6. CONCLUSIONES.

1.- De la producción obtenida (500 kg.), es factible el complemento a la alimentación de una familia, dependiendo de sus necesidades económicas, este producto puede ser usado como complemento en la dieta familiar o vender este producto, para obtener un ingreso económico, con el cual puedan comprar otro tipo de alimentos, destinando un porcentaje del recurso obtenido para comprar insumos y materiales con los cuales desarrollen nuevos ciclos de cultivo.

2.- Es posible la producción del hongo comestible *Pleurotus* en condiciones semirústicas, obteniendo buenos resultados en promedio, en instalaciones de construcción muy sencilla y aplicando técnicas de manejo muy simples al cultivo

3.- En términos generales y considerando la información que generaron los cultivadores de hongo seta en la comunidad de San Pablo Autopan, se puede decir que el cultivo del hongo *Pleurotus* en condiciones semirústicas, si es posible desarrollarlo, pero es necesario considerar algunos aspectos importantes que se presentaron en este lugar, para poder recomendarlo como una buena opción de manejo al cultivo.

- Que exista un curso previo al desarrollo del cultivo, al cual asista todo el grupo que pretenda iniciarse en esta actividad.
- No hacer cambios en el desarrollo del cultivo, sin antes ser aprobado por algún técnico especialista en esta actividad.
- Es conveniente que cuenten por lo menos con un termómetro y un higrómetro, instrumentos útiles para dar un mejor manejo al cultivo.

7. GLOSARIO.

Aerobio: que crece o metaboliza solamente en presencia de oxígeno.

Agar: agar-agar, alga que debidamente preparada sirve para los cultivos artificiales en microbiología. Se hincha al mezclarlo con agua fría y se disuelve con agua caliente y al enfriarse toma una consistencia gelatinosa.

Aminoácido: compuesto químico-orgánico; varios aminoácidos pueden formar proteínas.

Anaerobio: que crece o metaboliza solamente en ausencia de oxígeno.

Asepsia: ausencia completa de microorganismos vivos en un medio.

Autoclave: aparato hermético con alta presión que se usa para esterilizaciones.

Autótrofo: capacidad de algunos organismos de nutrirse por sí mismos, elaborando elementos nutritivos a partir de materias primas inorgánicas.

Basidiosporas: esporas formadas sobre la base externa de un basidio, después de la cariogamia y la meiosis.

Cariogamia: unión de los núcleos haploides, de procedencia paterna y materna para integrar un nuevo núcleo (cigoto).

Celulosa: (polisacárido) compuesto con el cual se forman las paredes celulares vegetales, se emplea en la fabricación de papel, seda artificial, etc.

Cepa: conjunto de individuos que presentan características genotípicas (estructura) y fenotípicas (forma) bien definidas, respecto a un determinado carácter.

Cosmopolita: aplicado a todos los organismos adaptados a vivir en todos los climas.

Cuerpo fructífero: estructura fúngica (hongo) compleja que contiene o sostiene las esporas.

Dextrosa: glucosa; forma en la cual se consumen los alimentos hidratos de carbono en el organismo animal.

Dilución: diluir; hacer una concentración mas baja de una sustancia.

Esterilizar: proceso físico como calor, vapor, etc. mediante el cual se eliminan todos aquellos microorganismos presentes en un medio.

Fermentación: descomposición de un compuesto orgánico por un sistema enzimático en ausencia de oxígeno (anaerobio).

Haploide: consecuencia de reproducción asexual, la semilla contiene solo la información genética del organismo madre, (serie impar de cromosomas).

Hemicelulosa: polisacárido que constituye el 15% de las membranas lignificadas de los vegetales.

Heterótrofo: organismo que para su alimentación necesita de las materias orgánicas sintetizadas por otros organismos.

Hidratación: fijación de moléculas de agua en un cuerpo.

Homogeneidad: homogéneo; cuando los elementos de un mismo género se encuentran igualmente distribuidos en un volumen.

Inoculación: método de trasmisión de microorganismos desde un cultivo artificial al interior de un ser vivo o de una sustancia orgánica.

Inóculo: conjunto de gérmenes (hongos, bacterias, virus etc.), que es posible transferir a un organismo o medio propia para su desarrollo.

Lignina: es la materia seca que se deposita en las paredes y vasos de los vegetales en el proceso de formación de la madera.

Melosis: proceso especial de división celular, y su finalidad es producir gametos maduros con un número de cromosomas reducido a la mitad (" $2n$ " a " n ").

Metabolismo: transformación de compuestos químico-orgánicos en los procesos alimenticios.

Micello: conjunto de hifas que constituyen un falso tejido en los hongos, cuyas células no contienen clorofila.

Micófago: individuo que se alimenta de los hongos.

Oxidación: proceso de degradación de los principios inmediatos realizado por enzimas a temperatura constante.

Pasteurización: tratamiento bacteriano selectivo, por medio del calor. Solamente destruye los microorganismos nocivos que suelen ser mas sensibles a la temperatura.

pH: { p(potencial de) H(hidrogeno)} concentración del ion hidrogeno a través del cual se expresa el grado de acidez o alcalinidad de un líquido.

Protoplastos: todo el contenido de una célula con los componentes orgánicos del citoplasma (sustancias y organoides contenidos entre la membrana nuclear y la membrana celular) y del carioplasma (jugo del núcleo donde flotan los cromosomas)

Quitina: polisacárido de sostén que forma parte del esqueleto de muchos insectos y de la membrana celular de los hongos.

Saprófitos: organismos que se nutren de la materia orgánica proveniente de animales o plantas muertas.

6. BIBLIOGRAFÍA.

1. AGUILAR, Valdés Alejandra; Delignificación de rastrojo de maíz por *Pleurotus spp.* (tesis), UNAM. México, 1982
2. ALEXOPOULOS, Constantine J; Introducción a la micología, Editorial Omega S.A.; Barcelona, 1985
3. Anónimo. Guía de naturaleza Blume; Setas; Ed. Blume S.A. Barcelona. 1986
4. Anónimo. Manual práctico, el cultivo de los hongos; Biotecnología de hongos cultivados, México. 1992
5. BUCIO, Pacheco Edmundo; Producción de hongo seta en el ejido la Concepción-Chapingo, Texcoco, Edo. de México. Proyecto. Texcoco. 1996
6. CLAUDE, A. Ville; Biología; Editorial Mc Graw Hill; séptima edición, México. 1990
7. CLYDE, M. Chritensen; Los hongos y el Hombre, centro regional de ayuda técnica; Ed. Interamericana, 2a Edición, México. 1974
8. CONTRERAS, Moreno Alejandra. Cultivo comercial del champiñón en sustratos preparados con estiércol de caballo y por Composteo corto; (Tesis), UNAM. 1991
9. Diccionario enciclopédico ilustrado; Ed. Océano, Barcelona España. 1995
10. GARCÍA Rollan Mariano. Nuevas Técnicas de Cultivo del *Pleurotus ostreatus*; hojas de divulgación. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación; Barcelona. 1985

11. GÓMEZ, Ramírez B. Cecilia; Producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. sobre desechos de las industrias azucareras y forestal; (tesis), UNAM. 1987
12. GUZMAN, Gastón El cultivo de los hongos comestibles, I.P.N. México D.F. 1992
13. HELLMUT, Steineck; Cultivo comercial del Champiñón, Ed. Acriba. 2a Edición; España. 1982
14. LÓPEZ, Contini Erik; Cultivo del Champiñón, la trufa y otros hongos comestibles; Ed. Aedos; España. 1990
15. MANZOLA, Cruz; Juan Manuel; Aprovechamiento de los hongos comestibles. El aprovechamiento de los hongos silvestres. Hongos del Bosque Marvel S.A. de C.V. 1995
16. MANZOLA, Cruz; Juan Manuel; Aprovechamiento de los hongos comestibles. Bases Técnicas para la Producción de Hongos Comestibles. Hongos del Bosque Marvel S.A. de C.V. 1995
17. ORNELAS, Cravioto Mónica; El cultivo del hongos comestible *Pleurotus ostreatus*. (tesis). UNAM, México. 1985
18. ROBLES, Sánchez Raúl; Diccionario Genético y Fitogenético; Editorial Trillas; México. 1995