

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO



DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Manejo del cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*)
en México.**

POR:

JOVITA MORALES DIAZ

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MÉXICO

OCTUBRE DE 1998.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Manejo del cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en
México.**

MONOGRAFÍA

POR:

JOVITA MORALES DIAZ

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

APROBADA

EL PRESIDENTE DEL JURADO

MC. FELIPA MORALES LUNA

Q.F.B MARIA E. GONZALEZ GUAJARDO

ING. SAMUEL HINOJOSA DELGADILLO

EL COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. MARIANO FLORES DÁVILA

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA. MEXICO.

OCTUBRE 1998.

INDICE GENERAL

	Páginas
Agradecimientos.....	VII
Dedicatorias.....	IX
Indice general.....	I
Indice de gráficas y figuras.....	VI
Indice de cuadros.....	V
Resumen.....	XI
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Historia de los hongos en México	6
2.2 Importancia de los hongos en la naturaleza.....	9
2.3 Formas de vida de los hongos.....	11
2.4 Producción mundial de los hongos comestibles.....	12
2.4.1 Producción nacional de <i>Pleurotus ostreatus</i>	15
2.4.2 Compañías productoras de hongos en México.....	15
2.4.3 Estados productores de hongos comestibles.....	16
2.5 Características botánicas.....	18
2.5.1 Clasificación taxonómica.....	19
2.5.2 Definición de hongos.....	19
2.5.3 Definición de setas.....	20
2.5.4 Características de <i>Pleurotus ostreatus</i>	21
2.5.5 Reproducción.....	23
2.5.6. Procedimiento para coleccionar esporas.....	24

2.5.7	Ciclo evolutivo.....	26
III.	METODOS DE PRODUCCION DE SETAS.....	26
3.1	Cultivo sobre tronco.....	26
3.1.1	Cultivo casero sobre troncos.....	28
3.1.2.	Cultivo sobre tocones.....	29
3.2.	Sustratos.....	30
3.2.1.	Preparación del sustrato.....	30
3.2.2.	Fermentación.....	31
3.2.3	Suplementos.....	32
3.2.4.	Pasteurización.....	32
3.3.	Siembra.....	33
3.3.1	Siembra manual.....	34
3.3.2	Siembra mecanizada.....	35
3.3.3	Cantidad de micelio para la siembra.....	35
3.3.4.	Aditivos en la siembra.....	35
3.3.5	Recomendaciones para la siembra	36
3.4	Incubación.....	37
3.5	Requerimientos físicos para la producción de hongo.....	38
3.5.1.	Temperatura.....	38
3.5.2	pH.....	39
3.5.3	Humedad.....	39
3.5.4	Riegos.....	40
3.5.5	Luz.....	40

3.5.6 Ventilación.....	40
3.5.7 Higiene.....	41
I V. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION.....	41
4.1 Factores que se deben considerar.....	42
4.1 .1 Exceso de humedad.....	42
4.1.2 Falta de agua.....	42
V. VALOR NUTRITIVO DE LAS SETAS.....	42
V I. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	46
6.1 Plagas.....	46
6.1.1 Enfermedades.....	48
7.1.2 Medidas para el control de plagas y enfermedades.....	49
V I I. COSECHA.....	50
7.1 Rendimiento.....	50
7.1.1 Rendimiento biológico.....	51
7.2 Comercialización.....	54
7.2.1 Precio en el mercado mundial.....	54
7.1.1 Precio en el mercado nacional.....	54
7.2.3 Precio en el mercado local.....	55
7.3 Consumo.....	56
7.3.1 Consumo per cápita.....	56
V I I I. CONSERVACION DE SETAS.....	57
8.1 Esterilización.....	58

8.2	Setas en aceite.....	58
8.3	Setas conservadas en vinagre.....	59
8.4	Conserva de setas en salmuera.....	60
8.5	Secado de setas.....	60
8.6	Extracto de setas.....	61
8.7	Hongos en conserva.....	62
8.8	Hongos secos.....	63
IX.	CONCLUSIONES Y ALTERNATIVAS.....	64
X.	BIBLIOGRAFIA.....	66

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAG.
1 Valor alimenticio de las setas, <i>Pleurotus spp</i>	44
2 Contenido de vitaminas en setas sobre 100 gr de peso seco.....	45
3 Eficiencias biológicas de <i>Pleurotus spp</i> en diferentes sustratos.....	53

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA	PAG
1 producción de hongos comestibles a nivel mundial.....	13

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
1 Estados productores de hongos comestibles.....	17

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por concederme lo más maravilloso que es la vida, la de mis padres y mi familia. Porque cuando elevo mi voz de angustia tú siempre me extiendes tu mano para guiarme por el camino correcto. Porque también has estado conmigo en los momentos más felices como este y me permites realizar mis sueños. Por esto y más, gracias.

*Mi más profundo agradecimiento a la **ING. MC. Felipa Morales Luna**, por dedicar su valioso tiempo en la revisión de mi trabajo, por su apoyo y acertada asesoría para culminar exitosamente mi monografía, por darme la libertad de decidir y formar parte del jurado calificador.*

*Al **ING. Samuel Hinojosa Delgadillo**, por su valioso tiempo y dedicación a mi trabajo y por formar parte del jurado.*

*A la **Q. F. B. Maria Elena Gonzalez Guajardo**, por su apoyo y dedicación, y por formar parte del jurado.*

*A la **LIC. Sandra López B.** Por su ayuda incondicional, que con su paciencia me ayudó a terminar este trabajo, gracias.*

*A la **secretaria Cristina Sena L.** Que de una u otra manera formó parte de mi trabajo.*

*Al **Ing. Antonio Rodríguez** por sus consejos y opiniones.*

*Al **Ing. Manuel Burciaga V.** Por su valiosa amistad.*

*A la **Ing. Leticia Ayala** por su valiosa amistad, y ayudarme cuando más necesite.*

A CONAFE (Morelos)

Por darme la oportunidad de desempeñarme como Instructor Comunitario (nivel primaria) y apoyarme a seguir adelante.

A MI ALMA MATER

Por abrigarme en su seno desde el momento que ingrese y hasta el término de mi carrera, gracias por brindarme la oportunidad de superarme y enseñarme lo más bello que existe en la madre naturaleza “ el campo” y por darme la herramienta para trabajarla.

“ la sabiduría de saber cultivar la tierra.”

A todos mis maestros.

A todas aquellas personas que participaron en la realización de mi trabajo gracias.

**D E D I C A T O R I
A S**

A MIS PADRES

SR. JOSE PABLO MORALES D.

**SRA. ENRRIQUETA DIAZ DE
MORALES .**

A ustedes que son mi tesoro, que nunca podre pagar lo que han hecho por mi, me han heredado lo más maravilloso que se le puede dar a un hijo mi carrera, por esto y más gracias.

A TI PADRE

Por ser el hombre más sincero que he conocido, por tus sacrificios, por tus desvelos, por tus oraciones, porque me guiaste por el buen camino con tu ejemplo, gracias papá por darme la oportunidad de superarme y porque siempre creiste en mí y ahora he llegado a la meta que me propuse gracias a ti.

A TI MADRE

Por ser lo más bello en esta vida tener a mi madre, por que me diste la vida, tu más tierno cariño, por tus cuidados, tus desvelos, sacrificios, oraciones, por tus consejos que siempre los tengo presentes. Nunca alcanzare a pagar todo lo que has hecho por mí que Dios te bendiga mamá.

A MIS HERMANOS

IRMA MORALES DIAZ

TOMAS MORALES DIAZ

RUBEN MORALES DIAZ

Con mucho cariño a ustedes que gracias a su apoyo, cariño, comprensión , por los momentos felices y sobre todo porque son mis mejores amigos que nunca me han dejado sola.

A MI ESPOSO.

LAURIANO LINARES MEDINA

Por ser la persona a quien amo tanto, gracias por tu apoyo, por tu comprensión, gracias por el cariño que nos unio. doy gracias a Dios por conocerte y elevo mis votos al Señor por ti, gracias por tus buenos consejos mi amor.

A mi abuelito, Sr. Victorio Morales Hidalgo

Gracias abuelito por tus consejos, por tu ternura y cariño, que Dios te bediga.

Sra. Marcela Dominguez Estrada (+)

Sra. Justina Martinez Rojano (+)

Siempre Las recuerdo con mucho amor.

A mis tios.

Justino

Odilón

Domy

Bety

Ma. Concepción

Tito te quiero mucho.

Gracias por lo que he recibido de ustedes, cariño, comprensión. Los quiero mucho.

A mis suegros

Sr. Faustino Linares Calero

Sra. Tomasa Medina Morales

A mis primos.

Benjamín, Julio, Ricardito, El peque. Etc.

A mis compañeros de la especialidad de “ FITOTECNIA” generación LXXXIV.

A mis amigos.

Aure, Irene, Ma. Isabe y tu pequeña, Francisca, Bertha T., Carmen Beltran Sedeño, Esmirna A., Maura, Ma. De Jesus, Ma. Ismael, Bacilio, Epifanio, Genaro Aguirre, Javier, Ezequiel, Genaro Mtz. G., Rocio, Martha y Edith, Erica, Catalino, Rangel, Gilda, Olivia, Guadalupe, Adriana, Normita, Marilyn y tu tesorito, Reynalda, etc.

A la Sra. Rita Cabello, Rene, Alejandra.

A la Sra. Elena Morales Banda, don Toñito.

A la Sra. Bertha y su hija Maricela.

Gracias por su amistad incondicional, que durante mi estancia en Saltillo nunca me sentí sola ya que siempre me recibían con los brazos abiertos, que me trataron como parte de su familia, gracias.

RESUMEN

El cultivo del champiñón *Agaricus bisporus* se originó en Francia a mediados del siglo XVI, unos cultivadores de melón se dieron cuenta que los champiñones se desarrollaban sobre la composta usada procedente de las camas calientes del cultivo de melón.

En México el cultivo del champiñón se remonta a la llegada de José Leben Zadravie en 1931, Leben Zadravie provenía de Trieste Italia. En 1939 Leben Zadravie logró establecer la primera planta productora de hongos en México, en el rancho ganadero "Tonalco", la semilla utilizada provenía de Francia. En 1954 se construyó el primer laboratorio de producción de inóculo por la planta "Hongos de México" para independizarse del extranjero en el suministro de semilla. Los rendimientos para este caso eran ya de 5 a 6 kg/m².

En 1974 por primera vez en México se cultivó en Cuajimalpa una especie diferente al champiñón, corresponde a la especie de *Pleurotus ostreatus* (Jac. Ex Fr.). El cultivo de este hongo se originó a raíz de la compra de cuatro pacas de trigo previamente inoculadas estas fueron adquiridas por el Sr. Victor Cano Faro en Europa. Transladándose por avión a México.

En la actualidad las setas han retomado un gran auge en nuestro país ya que varias empresas se dedican a la producción de este hongo, obteniendo buenos rendimientos. Y su distribución es en los grandes mercados como la central de abastos en el D. F., en el mercado de Jamaica, en los restaurants, a las empacadoras agroindustriales como, Herdez, Cambell, Del monte, etc., con la introducción de las setas en el mercado el consumo per cápita a alcanzado a 100 gr por año. Mientras que en otros países como Canada, Inglaterra el consumo es mayor a 2 kg per cápita anual. Esto se debe a la reciente introducción de esta especie, y por los hábitos alimentacios que se tienen en México. No obstante la producción de esta especie alcanza a tres toneladas mensuales de *Pleurotus ostreatus* en la empresa “Hongos de México”.

En México existen diversas especies que podrían cultivarse comercialmente, sin embargo solo se ha llevado a cabo en forma experimental la especie *Volvariella volvaceae* cultivada en paja de arroz, *Lentinus edodes* en México conocido como Shii-take ampliamente consumido en el sureste de Asia, en México fue cultivada por primera vez en “hongos Leben” en 1984, este cultivo en nuestro país representaría una empresa con enorme potencial de exportación, ya que puede deshidratarse y comercializarse sin dificultad a Estados Unidos que es uno de los mayores consumidores de esta especie.

La industria de la producción de hongos comestibles ha alcanzado su máximo desarrollo en Europa y Norte America ya que cuentan con tecnología más sofisticada.

En México las plantas productoras de hongos comestibles han tenido éxito debido a que han adaptado la tecnología existente a las condiciones del país, ya que algunas regiones ofrecen las condiciones adecuadas, así también como los medios de producción como son, las pajas de los diferentes materiales como son del trigo, sorgo, cebada, bagazo de caña de azúcar, maíz, frijol, etc., la mayor parte del proceso se hace manualmente (preparación del sustrato, inoculación, regado y cosecha) por bajo costo de la mano de obra, excepto en algunas compañías que tienen todos los medios necesarios mecánicos.

1. INTRODUCCION

SETA. Es la parte aérea del hongo (ó fruto del hongo) llamadas también carpóforos, en general presentan morfología muy variada. Se origina a partir del micelio subterráneo en forma de una masa esférica llamado huevo, el cual al romperse por la presión interior deja salir el sombrero y parte superior del pie de la futura seta.

A medida que mejora el nivel de vida va aumentado el consumo de setas en nuestro país, lo que antes era afición de algunos ahora se va extendiendo a gran número de personas y cada vez son más los que aprecian las cualidades de los hongos comestibles. Ya que en México prevalecen compañías hongueras que se dedican al cultivo de hongos principalmente champiñones *Agaricus bisporus* y setas *Pleurotus spp*, aún así el consumo de hongos en nuestro país es muy bajo. A pesar de la tradición y cultura que se tiene sobre el consumo, actualmente sé esta difundiendo a travez de programas, exposiciones, conferencias, congresos, etc., tanto para el consumo como también el cultivo.

La agricultura genera grandes cantidades de desperdicios y subproductos agrícolas provenientes gran parte de los cultivos como: maíz, frijol, sorgo, cebada, trigo, soya, arroz, etc., se estima que el volumen de desperdicios en el país es superior a los 50 millones de toneladas por año, la mayoría de estos residuos se constituye de celulosa, hemicelulosa y lignina,

materiales que son difíciles de degradar y su utilización en la alimentación animal ocasiona problemas de digestibilidad.

El cultivo de setas representa una excelente alternativa para la utilización de estos materiales que tienen poco o ningún aprovechamiento, ya que este cultivo no requiere de alta tecnología por lo que es posible cultivar en una manera fácil y sencilla, teniendo la información adecuada de sus condiciones climaticos para su desarrollo. Actualmente nuestro país cuenta con casas comerciales que se facilita la obtención del inóculo (ó semilla). Por lo que varias compañías se dedican a este cultivo obteniendo un rendimiento total de 54.8 toneladas al dia a nivel nacional.

OBJETIVOS

Proporcionar mayor información en relación a la producción de hongos comestibles *Pleurotus* spp.

Copilación sobre la importancia que presenta el cultivo de los hongos en nuestro país.

II. REVISION DE LITERATURA

Actualmente sé está de acuerdo que el cultivo del champiñón o setas, se originó en Francia. En 1650 unos cultivadores de melones de la región de París, se dieron cuenta que los champiñones se desarrollaban sobre composta usada procedente de las camas calientes del cultivo del melón. Posteriormente, como una forma primitiva y rústica del cultivo, los cultivadores de melón transplantaban el sustrato silvestre invadido por el micelio del hongo a nuevas pilas fermentadas preparadas. A finales del siglo XVII se descubrió que su cultivo podría realizarse en forma más estable y prolongada dentro de cuevas subterráneas. A partir de ese momento , dicho método comenzó a utilizarse en la mayoría de los países europeos, pasando a Estados Unidos en 1820.

(Herrera, 1986).

El cultivo de hongos comestibles es una actividad que data desde los siglos VII, X, XI en China y Japón, desde el siglo XVIII en Francia, Italia, Japón, Corea, China y Estados Unidos. En los últimos años, esta actividad se ha convertido en una verdadera alternativa en la obtención de alimentos para el consumo humano, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas mediante técnicas sencillas a bajo costo, en períodos cortos de tiempo y con el empleo de residuos agroindustriales como sustratos (Villaseñor,1997).

Los hongos existían ya en épocas muy remotas. Se han encontrado huellas de setas sobre fragmento de madera de una época anterior a la aparición del hombre. Se han podido identificar huellas muy claras de láminas en capas terciarias. (Guzmán, 1981).

En algunos países centroeuropeos, se realizaba algo parecido al cultivo, colocando en sitios frescos, próximos a las viviendas, los troncos con micelio que encontraban en los bosques. Pero los trabajos experimentales sobre su cultivo en madera, se iniciaron en la década de los 60, en Hungría Checoslovaquia, Italia y algún otro país, después se fue extendiendo lentamente por el resto de Europa, en 1969 se comenzó a cultivar sobre otros sustratos, (paja, aserrín, farfolla o zumos de maíz picados, residuos agrícolas leñosas o celulósicos, papel, etc.) y desde entonces ha progresado tanto, que ya se puede hablar de cultivo industrial. Los hombres han comido setas desde los tiempos más primitivos, los griegos y los romanos ya los conocían y Dióscorides, en su " Materia Médica " distinguía los comestibles de las venenosas. (Ulloa, 1978).

El cultivo de las setas del tipo de los *Agaricus bisporus*, se remonta, allá por el año de 1700. Originalmente la cosecha de setas procedió de cultivos que se hicieron a la intemperie, sin protección contra las condiciones meteorológicas cambiantes, y obviamente estuvo basada en los productos de

las excavaciones que se hicieron para extraer micelio de los fungi silvestres. (Singer, 1964).

La aparición del cultivo en minas o cuevas se puede situar hacia el año de 1820, en las cuevas de la colina de Chaillot, bajo la plaza de Italia, en las cuevas de los distritos XIV y XV. (Marco, 1970).

En muchas regiones de Europa y Asia, las setas y las trufas se recolectan cada año en grandes cantidades, por colectores profesionales especializados o por aficionados, e inmediatamente se escabechaban o salan para consumirse durante el invierno. (Singer, 1964).

Las setas están consideradas, desde tiempos inmemorables, como un plato exquisito y que algunos les atribuyen virtudes medicinales. En tiempos de los emperadores romanos, el comercio de setas comestibles estaba regida por leyes. Pero antiguamente gran número de personas sentían un sacrosanto temor ante la idea de comer setas, pues entre las especies silvestre y su diversidad de formas y colores, existían algunos menos sabrosas, poco comestibles, e incluso venenosas.

Sin embargo este cultivo de setas puede alcanzar en el futuro gran importancia económica, cultivando setas es posible producir alimentos de calidad partiendo de diversos restos vegetales, como paja de arroz, heno de hierbas, restos de maíz, cortezas de árbol, restos de caña de azúcar (bagazo) , de coco o piña, o mezclas de todos estos productos. En muchos países, la

elevación del nivel de vida ha llevado consigo un cambio en las costumbres alimenticias, provocando en los últimos años un fuerte aumento del consumo de champiñones. SZENT- GYÖRYI, ganador del premio nobel, descubrió en las setas ciertas sustancias que detienen la evolución del cáncer. (Vedder,1979).

El mundo de los hongos es inmenso; se calculan unas cien mil especies distintas, de los tamaños y formas más variadas. Se puede decir que están presentes en todas partes. (García, 1976).

2.1 Historia de los hongos en Mexico

En México prevalece un interés por la producción comercial de hongos comestibles. En la actualidad existen algunas empresas dedicadas al cultivo de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus* spp, conocidos en el mercado como champiñón y setas. Aunque no se cuenta con cifras exactas y periódicas, se puede considerar que a nivel nacional, el volumen de producción de estas especies rebasa las 23 toneladas diarias de hongos frescos.

El cultivo del champiñón se remonta a la llegada de José Leben Zdravie a la ciudad de México, en 1931. Leben Zdravie provenía de Trieste, Italia. En 1933 Leben Zdravie inició los primeros ensayos del cultivo del champiñón en México, en el rancho ganadero conocido como “ Tolimpa”, cercano a Texcoco. Esos intentos dieron poco resultado y se llevaron a cabo utilizando el sistema

de camellones. El sustrato de los camellones estaba formado de estiércol de caballo o de vaca, mezclado con pequeñas cantidades de paja de trigo o cebada. El inóculo o semilla empleado venía de la empresa estadounidense Mushroom Supply Co., de Pensilvania, la cual ya venía funcionando desde 1924. (Rev. de Ciencia y Desarrollo. CONACYT. 1991).

En 1939, después de notables esfuerzos y ensayos constantes, Leben Zdravie logró establecer en el rancho “Tonalco” la primera planta productora de hongos en México. La semilla utilizada en este caso provenía de Francia. Sin embargo, dicha planta era muy rústica y todavía funcionaba en un plan experimental, la primera cosecha verdadera y estable se logró en 1941. En 1954, se construyó el primer laboratorio de producción de inóculo en México. Por la planta “Hongos de México”. Los rendimientos obtenidos eran ya de 5 – 6 kg / m² de champiñón . (Rev. de Ciencia y Desarrollo. CONACYT. 1991).

En 1974 por primera vez se cultivó en Cuajimalpa una especie de hongo comestible *Pleurotus ostreatus* . El cultivo de este hongo se originó a raíz de la compra de cuatro pacas de paja de trigo previamente inoculados, las cuales fueron adquiridas por el Sr. Cano Faro en Europa. Se trasladaron por avión a México, donde se incubaron y desarrollaron sus primeras fructificaciones. La

venta de este hongo era bastante difícil, ya que poca gente lo conocía. (Rev. De Ciencia y Desarrollo. CONACYT. 1991).

En América Latina y especialmente en México, el cultivo de hongos comestibles se encuentra muy poco desarrollado a pesar de la potencialidad que existe en la región para cultivar hongos que se desarrollan en forma silvestre; en las regiones boscosas de México crecen alrededor de 200 especies de hongos comestibles, los cuales se desarrollan cada año de manera abundante en la época de lluvias y son utilizados en su mayoría por diversos sectores de la población indígena y mestiza del país. En México el cultivo de los hongos comestibles inició desde mediados de la década de los treinta, sin embargo la actual industria en el país data de apenas 40 años, cultivándose solamente el champiñón (*Agaricus bisporus*, *Agaricus albidus* y *Agaricus bitorquis*), mediante técnicas extranjeras. (Villaseñor, 1997).

México es un país rico en especies de hongos, debido a la variedad de climas que tiene, lo que se refleja en la compleja vegetación que lo cubre, existen en el país desde selvas tropicales del sureste, hasta los desiertos del norte, pasando por los bosques subtropicales y los de coníferas de las montañas. Por otra parte la tradición ancestral del consumo de hongos comestibles, es evidente el poco avance que se tiene en el cultivo de otras especies; solo tres de ellos se emplean en nuestro país y son el Champiñón (*Agaricus* spp.), Setas (*Pleurotus* spp.) y en hongo de encino (*Lentinus* spp.),

estos crecen en forma natural en los bosques de México y no son aprovechados como un recurso alimentario más. Jalisco presenta una potencialidad para el cultivo de hongos comestibles, por medio del uso de esquilmos agrícolas como son: las pajas de ajonjolí, arroz, cártamo, cebada, trigo y sorgo que pueden ser utilizados como sustratos para el cultivo de setas (*Pleurotus spp.*) y el hongo del bagazo (*Volvariella bakeri*). (Villaseñor, 1997).

La tradición por comer hongos en México tiene raíces ancestrales, las cuales datan de la época prehispánica, (Guzmán, 1981).

La población indígena y mestiza que habita los bosques de zonas frías y templadas conoce desde tiempos prehispánicos, los hongos y la diferenciación entre las especies comestibles y las alucinantes, las primeras han sido usadas en su dieta diaria y las segundas en ceremonias religiosas muy especiales (Huerta, 1977).

2.2 Importancia de los hongos en la naturaleza

Debido a que los hongos viven de la descomposición de la materia orgánica en sus diversas formas, incluyendo la basura, la hojarasca y otros sustratos, estos organismos constituyen la clave para la reincorporación de los materiales orgánicos en el suelo, favoreciendo así la formación o el enriquecimiento de tales suelos. Por otra parte, hay en los bosques de coníferas y de encinos, infinidad de hongos que viven asociados con las raíces

de los árboles, ayudando esta asociación tanto al hongo como al árbol. (Guzmán, 1985).

Pleurotus ostreatus causa un daño considerable puesto que es un parásito de los árboles de madera dura, especialmente del haya. Se le encuentra durante todo el año. (Seymour, 1979).

Los hongos que provocan enfermedades en los vegetales, ocasionan fuertes pérdidas en cultivos de importancia económica, tales como el del plátano, vid, frijol, maíz, trigo y otros; todos estos hongos son microscópicos, excepto algunos cuantos ejemplos macroscópicos, como el conocido “ huitlacoche” *Ustilago maydis*, del maíz y los hongos leñosos que atacan los árboles, como “ *Ganoderma sessile*”, *Pleurotus smithii*. Existen especies de hongos que son parásitos, unas en animales y otras en vegetales, sin embargo, ningunos de los hongos macroscópicos considerados como comestibles, son capaces de producir ninguna enfermedad con el hombre. (Guzmán, 1985).

Los hongos juegan un papel importante en el equilibrio de la naturaleza, ya que procesan hojas muertas y fragmentos leñosos, integrándolos en el suelo y estos resultan asimilables por las raíces de las plantas, además existen especies de hongos cuyos micelios se asocian a las raíces de ciertos árboles; los hongos proporcionan al árbol elementos minerales y estos a su vez proporcionan sustancias necesarias para vivir. (Becker, 1989).

Los hongos no son los habitantes más importantes del suelo, sin embargo estos aportan una parte significativa de la biomasa debido que sus filamentos abarcan gran diámetro. Los hongos predominan en el protoplasma microbiano que se encuentra en el suelo en descomposición principalmente en los estratos orgánicos de suelos boscosos o selváticos en general, son los principales agentes de descomposición en ambientes ácidos. (Alexander, 1976).

2.3 Formas de vida de los hongos

El no poseer la capacidad de realizar la función clorofílica, les obliga a mantener una alimentación basada en mecanismos diferentes a los vegetales, adoptando para ello tres formas de vida muy distintas:

Parásitos: Los hongos que adoptan esta forma de vida extraen su alimento de otros organismos, causándoles graves perjuicios, e incluso en ocasiones la muerte. Este es el caso de las infecciones fúngicas

provocadas en animales y hombre, y de las plagas que aparecen en ocasiones en los cultivos agrícolas y plantas silvestres.

Saprofitos: Estos hongos se alimentan de materia orgánica en descomposición. A estos pertenecen gran parte de las setas comestibles que crecen en los bosques, sobre hojarasca, troncos secos y ramas podridas.

Simbióticos: Es una forma de vida en la que el hongo se asocia a las raíces de una planta, de forma que esta unión (micorriza), resulta beneficiosa para los dos organismos asociados. Este es el caso de los populares y sabrosos nízcalos que viven asociados a diferentes especies de pinos, o de las (“criadillas de tierra”), que viven asociadas a las raíces de la “hierba trumera”. (Rodríguez, 1997).

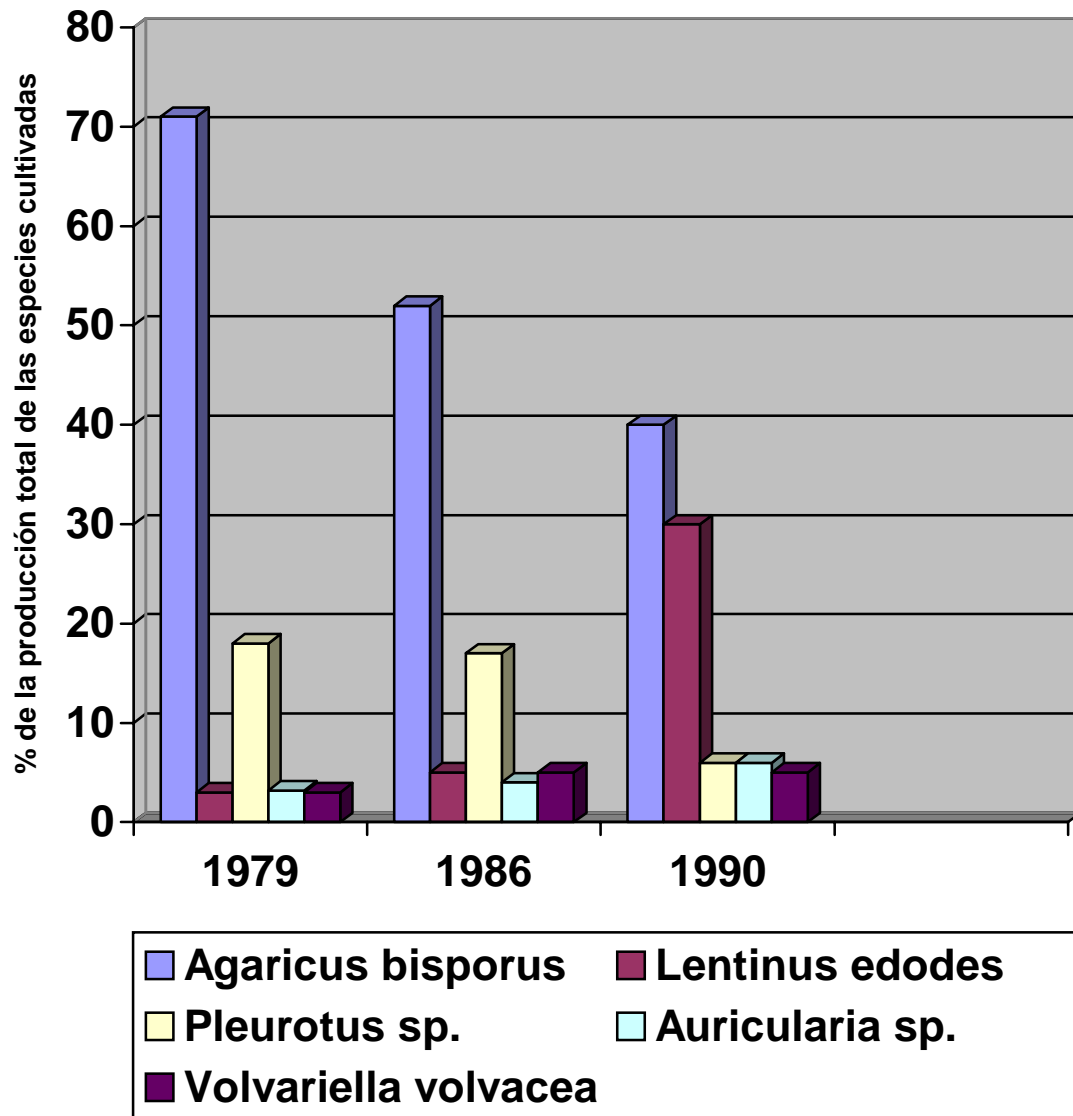
Alexander 1976, menciona que los hongos dependen de plantas, son heterótrofas, obtienen su alimento ya preparado por otra planta, o de los productos o restos de algunos de ellos. Un organismo que deriva su alimentación de tejidos muertos se les denomina saprofitos.

2.4 Producción mundial de los hongos comestibles.

Chang S.T. 1993, citado por Padilla 1995, el cultivo de las setas ocupó en 1990 el cuarto lugar de la producción mundial de hongos comestibles, detrás del champiñón (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinus edodes*) y del hongo de la paja de arroz (*Volvariella volvacea*). Actualmente en Europa y Norteamérica, dadas las bondades nutricionales y comerciales, existe una creciente demanda del producto originando un incremento en su cultivo mayor al (43%) entre 1986 y 1990 como muestra la (gráfica 1)

GRAFICA 1. Producción de hongos a nivel mundial

PORCENTAJE DE LA PRODUCCION MUNDIAL DE LOS CINCO HONGOS MAS CULTIVADOS EN 1979, 1986 Y 1990



Alemania es el mayor productor de ese tipo de hongo comestible, y en ese país se encuentra la planta de mayor capacidad en el mundo (cerca de 4 500 toneladas). Varios países de la región latinoamericana también obtienen hongos entre ellos Brasil y México, pero mediante otros sustratos. (Salomón 1997).

Actualmente en países como Indonesia, Singapur, Malasia, Filipinas, Tailandia, China, Taiwan, India y Hong Kong, entre otros, alcanzan una producción mundial de 65 000 toneladas de *Volvariella volvaceae* es un hongo comestible cultivado sobre paja de arroz. En México solo se ha llevado a cabo en forma experimental.

La producción de *Lentinus edodes* conocido también como Shii-take en el mercado Internacional, es ampliamente consumida en el sureste de Asia, la producción anual de este hongo es de 234 000 toneladas. Este hongo es cultivado principalmente en Japón, China, Taiwan, Corea y Tailandia. Esta especie posee propiedades medicinales (antivirales y antitumorales) el mayor consumidor es Estados Unidos y Europa. (Rev. De Ciencia y Desarrollo. CONACYT. 1991).

2.4.1 Producción nacional de *Pleurotus spp*

Recientemente se ha observado en México un interés por la producción comercial de hongos comestibles, en la actualidad existen algunas empresas dedicadas al cultivo de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus spp* conocidos en el mercado como champiñones y setas respectivamente. Aunque no se cuenta con cifras exactas y periódicas se puede considerar que a nivel nacional, el volumen de producción de estas especies rebasa los 54.8³ toneladas diarias de hongos frescos, (Rev. de Ciencia y Desarrollo.CONACYT,1991). ³ cifra actualizada con los demás datos obtenidos.

2.4.2 Compañías productoras de hongos comestibles

“Hongos de México “

Es la empresa productora de Champiñón más grande del País, en promedio alcanza cerca de 20 toneladas diarias de Champiñón, mientras que de setas se producen más o menos 3 toneladas mensuales.

“HONGOS LEBEN”

Esta empresa fue fundada en 1975, cuenta con 17 casas de cultivo dedicadas a la producción de setas, las cuales alcanzan una producción diaria que varía entre 300 y 400 kg. por día,.(Rev. de Ciencia y Desarrollo. CONACYT, 1991).

El cultivo de setas también se desarrolla en pequeña escala en la región central de Veracruz, funcionan actualmente 4 plantas, en las regiones de Jalapa, Coatepec, Orizaba y Fortín, (rev. de Ciencia y Desarrollo. CONACYT,1991).

2.4.3 Estados productores de hongos comestibles

Los Estados en donde se produce se encuentran poco diversificados, la mayoría de las empresas productoras están concentradas en el Distrito Federal y en el Estado de México, excepto algunas que se encuentran en los Estados de Morelos, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Michoacán Guanajuato y Jalisco, también empieza a desarrollarse en Chiapas y algunos otros cultivadores aficionados no reconocidos, que se encuentran distribuidos en los diferentes estados de la república, dada la distribución de los estados productores de hongos en el país se podría afirmar que sigue una franja geográfica que se extiende desde el centro de Veracruz, pasando por varios estados del centro y termina en Michoacán. como se muestra en la figura 1. (Villegas, 1996).

Fig. 1 Estados productores de hongos comestibles.

1. Veracruz
2. Tlaxcala
3. Puebla
4. Hidalgo
5. Morelos
6. México
7. Guanajuato
8. Michoacán
9. Jalisco



Esta distribución geográfica explica la distribución de hongos comestibles debido a la tradición micófaga y la existencia de mercados regionales, por otra parte la presencia de microclimas propicios para el cultivo de hongos y por la existencia de centros de investigación en varios de los estados mencionados.

2.5 Características botánicas

Según Marco 1970 menciona, las talofitas carecen de tallos, hojas raíces, vasos y clorofila.

De acuerdo a Otto 1982, la mayoría de las especies de los hongos son multicelulares y nunca forman raíces, tallos u hojas, carecen de clorofila.

Manz1 1976, menciona las características de los hongos:

Sombreros: En forma de concha o de repisa que se cubren parcialmente como las tejas de un tejado; de color variable; blanco, grisáceo, moreno.

Estípites: blancos, macizos, laterales, con el pie algodonoso que se junta con los demás formando una única masa carnosa.

Carne: blanca, primero tierna, después más bien dura.

Láminas: decurrentes, tupidas.

Esporada: blanca.

2.5.1 Clasificación taxonómica

Según Richard 1979, la clasificación taxonómica del *Pleurotus ostreatus* es:

Reino..... Fungi
 División..... Eumycota
 Subdivisión.....Basidiomycotina
 Clase.....Holobasidiomycetes
 Subclase.....Hymenomycetidae
 Orden.....Agaricales
 Familia.....Tricholomataceae
 Género.....*Pleurotus*
 Especie.....*ostreatus*

2.5.2 Definición de hongos

Los hongos son seres microscópicos o macroscópicos que viven sobre diversos materiales orgánicos, a los cuales descomponen para así alimentarse. Estos organismos, generalmente están formados por masas blancas y algodonosas, de los cuales brotan pequeños o grandes botones, que son las estructuras que producirán infinidad de simientes (o esporas), a través de las

cuales se reproducirán. Las estructuras microscópicas de reproducción de los hongos, constituyen lo que comunmente se conoce como “ hongo “. El verdadero hongo no lo vemos, esta debajo del suelo y la hojarasca, en forma de una masa algodonosa blanca, la cual recibe el nombre de “ micelio “. Estas masas pueden formar uno o varios cuerpos fructíferos. De tal manera que cuando andamos en un bosque recogiendo hongos, lo que en realidad hacemos es solamente coleccionar los cuerpos fructíferos de aquellos. (García, 1975).

Los hongos son organismos a los que se les ha reconocido como un grupo independiente del reino vegetal, por lo cual se les ha constituido el reino Fungi. Estos organismos son eucariotes, lo cual significa que tienen núcleos bien definidos por membranas y que contienen un determinado número de cromosomas, lo cual lo diferencia de las bacterias. Los hongos son heterótrofos, por lo tanto dependen de la obtención de compuestos orgánicos a través de sus actividades saprofitas y parasíticas. (Moreno, 1988).

2.5.3 Definición de setas

Una seta es un cuerpo fructificante, los micelios de los cuales surgen, están ocultos en el suelo. La basidiospora germina para formar un micelio monocariótico haploide. En condiciones habituales, rápidamente se pone en contacto con otro micelio y se forma un dicarion. El dicarion es la forma vegetativa predominante. (Sistrom, 1968).

Las setas son la parte aérea del hongo (ó fruto del hongo) llamadas también carpóforos, en general presentan morfología muy variada. Se origina a partir del micelio subterráneo en forma de una masa esférica llamada huevo, el cual al romperse por la presión interior deja salir el sombrero y parte superior del pie de la futura seta. (Diego, 1979).

2.5.4 Características de *Pleurotus spp*

A veces llamado “ orellana “, “cabeza de fraile “ sombrero carnoso, convexo con cierto parecido a una concha irregular, de 5 a 15 cm. o mucho más, de diámetro. Liso de color variable, gris oscuro, pardo, gris pardusco, pardo violáceo, ocre. Se encuentra sobre tocones y árboles cortados o viejos, formando grupos con los sombreros dispuestos como plataformas horizontales, unas encima de otras, esporada blanca o pálida, láminas lateralmente decurrentes, pie fibroso a menudo excéntrico, sin anillo, ni cortina, ni volva. En Italia y España, han conseguido una especie de cultivo sembrando esporas o micelio sobre troncos partidos, enterrándolos en zanjas cubiertas de tierra y plantándolas al cabo de meses en el bosque. (García, 1975).

2.5.5 Reproducción

Una sola seta puede producir hasta 10 mil millones de esporas, las cuales caen de los basidios y son arrastrados por las corrientes de aire. Si una espora cae en un medio adecuado, forma un nuevo micelio, de no ser así muere. (Otto, 1982).

Todos los hongos verdaderos se reproducen asexualmente mediante la formación de esporas, que a menudo producen en grandes cantidades. Estas esporas pueden esparcirse por el aire, las corrientes de agua o por contacto con otros agentes móviles. La mayoría de los hongos verdaderos también pueden reproducirse en forma sexual. Las setas parecen brotar en todas partes después de una primavera caliente o un otoño lluvioso. En general, lo que se conoce como seta es sólo la parte reproductora de todo el organismo; debajo de está, crece un micelio de hifas plateadas en el suelo o la madera podrida. Las enzimas secretadas por estas hifas degradan las sustancias orgánicas, las cuales son absorbidas como alimento. El micelio puede vivir muchos años, extendiéndose cada vez más en la madera o el suelo. Sobre todo en primavera y verano, en el micelio se forman pequeñas prominencias de hifas, al salir del suelo, se convierten en las estructuras portadoras de esporas a las cuales denominamos setas. (Otto, 1982).

El micelio es susceptible de crecer durante largo tiempo sin que nada lo descubra al exterior, hasta el momento en que, siendo las condiciones favorables, surgen al exterior las carpóforos. Esto explica el hecho de que muchos hongos se encuentran siempre en el mismo sitio, lo mismo si aparecen regularmente cada año, como si tardan más tiempo. Los micelios son capaces de persistir largo tiempo sin dar aparatos fructíferos hasta que las circunstancias del medio son favorables. EL micelio se presenta en forma de filamentos ramificados, blancos o de otros colores. (Lizan, 1967).

Los hongos se reproducen mediante las esporas. Estas no son visibles a simple vista, a causa de ser muy pequeñas: su tamaño se mide en milésimas de milímetros. Aunque no vemos a simple vista las esporas una por una, son visibles en conjunto agrupadas en masa de varios millones. Las esporas nacen en la superficie de las laminillas y, cuando maduran, caen por decenas de millones (y hasta por miles de millones en algunas especies). (Pierre, 1970).

Según García 1991, la reproducción de los hongos superiores se realiza por esporas, que se producen en las laminillas que tienen las setas debajo del sombrero. Las esporas son de tamaño microscópico (generalmente de 4 a 10 micras) y no se ven a simple vista. Sin embargo se producen en una cantidad tan enorme, (a veces millones por hora) que si colocamos el sombrero de una seta en su posición natural sobre un papel (después de cortar el pie), al cabo de unas horas se habrán acumulado las esporas que han caído, formando una

esporada visible con aspecto de polvo harinoso sobre el papel. Cuando una espora cae en un medio adecuado, con la temperatura, humedad y demás factores que necesite, germina y forma una hifa o hilo que va creciendo y ramificándose por el medio, formando lo que se llama micelio por mucho que crezca rara vez dará lugar a nuevas setas. Lo normal es que las hifas procedan de una espora y se unan a las procedentes de otra que tenga sexualidad distinta, para formar un micelio secundario. Las células de este nuevo micelio tendrán dos núcleos distintos (dicarion) y suelen presentar ensanchamientos laterales junto a los tabiques de separación. El micelio secundario al crecer y llegar la época adecuada, formará nuevas setas que seguirán difundiendo la especie con sus esporas.

2.5.6 Procedimiento para coleccionar esporas

Se corta el pedicelo a la distancia de medio centímetro del sombrerillo y se coloca entonces el sombrerillo sobre un papel de color azul claro, si se tiene a la mano, o sencillamente sobre un pedazo de papel periódico.

CUANDO EL HONGO ES COLECTADO FRESCO

Si el hongo fue coleccionado fresco, basta con dejarlo durante algunas horas, al cabo de las cuales se quita de allí. Se comprueba entonces que el lugar que ocupaba está cubierto de polvo, constituido precisamente por las esporas caídas. Este polvo puede ser blanco o coloreado: rosado, ocráceo (como ocre de hierro) o negro. Si es blanco se ve destacar sobre el negro de

las letras del periódico; si es negro, sobre los espacios blancos; si fuese rosado u ocráceo, se ve por todas partes.

SI LA SETA NO ES COLECTADA FRESCA.

- a).**- Se procede del modo siguiente
- b).**- Dispóngase de un cartón cuadrado que pueda colocarse sobre un vaso;
- c).**- Póngase agua en este vaso y hágase un agujero en el cartón que deje pasar al pedicelo de la seta;
- d).**- Hágase pasar el pedicelo por el agujero; colóquese todo ello sobre el vaso, de modo que el pedicelo penetre en el agua;
- e).**- Recúbrase el conjunto con una campana de vidrio o simplemente con un bote de boca ancha. (Pierre,1970).

Manz1 1976, menciona si se dispone de un ejemplar maduro, se separa el sombrero del est1p1te; este se tira y el sombrero se dispone sobre un papel azul y se deja toda una noche. Se prefiere con un papel azul porque no hay esporas azules. Pero, a falta de papel azul se puede usar muy bien una hoja de peri1dico con letras grandes negras. Sobre estas, se dispone el sombrero del hongo y las esporadas oscuras se ver1n perfectamente sobre el papel blanco y las esporas blancas sobre las letras negras.

Si el ejemplar que tenemos no est1 todav1a bien desarrollado, se hace un agujero en una cartulina para que pase el est1p1te del hongo, se pone sobre

un recipiente con agua dejando que el estípite se moje y de esta forma el hongo se moje y de esta forma el hongo llegará a una madurez suficiente para soltar esporas.

2.5.7 Ciclo evolutivo

Una vez que las esporas han caído en un terreno apropiado, germinan y se transforman en un tubo miceliano, que se alarga, se tabica y se ramifica, formando un micelio bien desarrollado, cuyos artículos o células son uninucleadas y recibe el nombre de “ micelio primario “. Los micelios procedentes de una sola espora son estériles, según ha demostrado MLLe. (Lizan,1967).

III. METODOS DE PRODUCCION DE SETAS

3.1 Cultivo sobre tronco

Los troncos cortados pueden inocularse haciendo en ellos orificios de unos 2 cm de anchura y unos 5 cm de hondos, a diversa altura, se rellenan de micelio y se tapan después con un corcho o un trocito de papel o cartón sujetos con chinchetes. Se puede hacer también un surco profundo transversal en la zona media del tronquito, rellenarle de micelio y cubrirlo con una banda de plástico.

Método amplio para producir setas sobre tronco

El método más extendido consiste en tener los troncos metidos en una zanja húmeda hasta que el micelio que se les inocula les invada; luego se les saca y se les coloca en un sitio fresco para que salgan las setas. Los árboles más adecuados son los de madera blanda, sobre todo el chopo o álamo negro (*Populus nigra*) y sus híbridos, así como el chopo temblón (*Populus tremula*), pero también se pueden emplear otras especies frondosas como el álamo blanco, los sauces, moreras, hayas, nogales, cerezos e incluso abedules, castaños de Indias, robles y encinas. (García, 1991).

Método simple para producir setas sobre tronco

El procedimiento más simple pero menos seguro es hacer la siembra, la incubación y el cultivo en el mismo lugar al aire libre. Para cada trozo de tronco se hace un hoyo en la tierra y ahí se mete la base (más de la mitad del trozo) después de hechar algo de micelio en el fondo. Se comprime la tierra alrededor para que el tronco quede bien sujeto y se riega la periferia del suelo. También se coloca una capa de micelio en la parte superior del tronco y se cubre con un rodete de pocos centímetros que se cerró previamente, como explicamos que se hacía en los trozos que se colocaban en lo alto de la pila en el procedimiento de la zanja. Para más seguridad se puede meter algo de micelio en algunos orificios laterales hechos con barrena. Cada tronquito se cubre con un plástico

negro cuyos bordes se sujetan con tierra por abajo; vale también una bolsa de plástico invertida. Al cabo de algunos meses se quita el plástico, cuando el tronco esté ya blanquecino por el micelio. En ese momento el terreno estará con los troncos como si en el proceso anterior los hubiésemos llevado desde la zanja de incubación, y al bajar la temperatura y llover (o regar) en el otoño saldrán las setas. (García, 1991).

3.1.1 Cultivo casero sobre troncos

En un tronco se hacen unos agujeros con una barrena ancha y algún surco con una sierra, repartidos por la superficie. Los orificios o surcos se rellenan con el micelio y se cubren con cartulina sujeta con chinchetas, tiras de papel engomado opaco con una miga de pan. Después el tronquito se mete en una bolsa de plástico negro de los que se usan comunmente para la basura, cuya boca se cierra sin apretar. Conviene hacer algunas pequeñas perforaciones en la bolsa; después se lleva a un lugar templado de la casa, donde la temperatura sea de unos 20- 25 °C. Al cabo de uno o dos meses el micelio habrá invadido la madera. Cuando se ve que el tronco esta blanquecino, se saca de la bolsa y se lleva a un lugar fresco, colocándolo vertical sobre un recipiente (por ej. un cubo o maceta) que contengan arena húmeda. Se riega la arena de vez en cuando y se espera a que salgan las setas. (García, 1991).

3.1.2 Cultivo sobre tocones

Cuando se talan los árboles queda en el terreno su base o tocón. Al estar muy sujetos al suelo por numerosas raíces, los tocones son difíciles de eliminar si no se emplea costosa maquinaria pesada, por lo que muchas veces permanecen en el sitio impidiendo el aprovechamiento del suelo para otros cultivos hasta que el paso del tiempo los pudre y los va deshaciendo. Sin embargo los tocones de estos árboles pueden aprovecharse para cultivar *Pleurotus ostreatus* con la ventaja de que el propio hongo se encargará de atacar a la madera y en pocos años la dejará tan blanda y poco consistente, que el tocón se deshará sin apenas esfuerzo.

La siembra del micelio en el tocón puede hacerse a los pocos meses de haber cortado el árbol si no hace demasiado frío. Para poner en contacto el micelio con la madera se pueden seguir procedimientos diversos. Lo más fácil es hacer con una barrena o taladro agujeros en diversos puntos sobre el tocón, o algunos surcos con una sierra. Después se rellenan de micelio de cualquier tipo (sobre granos de cereales, sobre perlita, agar, etc.) y se cubren las aberturas con tiras de papel engomado opaco o con miga de pan. (García, 1991).

3.2 Sustratos

No teniendo los hongos clorofila, con su función fijadora del carbono ambiental y la transformación de las materias minerales del suelo, debemos proporcionarle el medio nutriente orgánico del que sacará los nuevos tejidos vivos. Este medio ideal es el estiércol de caballo con paja de trigo, fermentado y trabajado hasta una cierta consistencia. (Ferran, 1969).

Se le llama sustrato al material que proporciona alimentación al hongo, el cultivo comercial es ampliamente practicado utilizando paja de maíz, pulpa de café, además se han realizado ensayos con los siguientes materiales vainas secas de frijol, zacate buffel, viruta de encino, bagazo de henequén, lirio acuático, fibra de coco, olote y tamo de maíz, pimienta, canela, zacate limón, cardomomo, (Pérez, 1996).

3.2.1 Preparación del sustrato

Un sustrato adecuado debe estar troceado para que el hongo pueda aprovecharlo mejor, trozos de 5 a 15 cm. tienen buen resultado (Royse y Schisler, 1987), los trozos grandes dificultan la acción enzimática del hongo sobre el sustrato. (Pérez, 1996).

La materia prima fundamental es la paja de cereales, se puede utilizar la de trigo, centeno o cebada, cortada en trozos de 2 a 5 cm. Debido a que la seta puede crecer sobre cualquier medio rico en tejidos vegetales de sostén celulosa, hemicelulosas y lignina, que el hongo degrada para alimentarse, se pueden aprovechar para el cultivo diversos subproductos agrícolas como tallos y restos de mazorcas de maíz, paja de arroz, plantas secas de girasol, henos, serrín de chopo, e incluso cartones o papel. Cualquiera de tales materias celulósicas o leñosas, se deben picar o moler antes de mezclarse con la paja de cereales, que también debe picarse, por que si se emplean trozos largos, el sustrato quedará muy desigual y con huecos que dificultan el crecimiento del micelio. La proporción de diversos componentes de la mezcla es variable, por ejemplo en las zonas donde se cultiva mucho maíz, suele emplearse del 50 % de paja de trigo y 50% de restos de mazorcas de maíz. (Garcia, 1991).

3.2.2 Fermentación

El sustrato que se vaya a emplear en el cultivo debe humedecerse. El mojado de la paja no es instantáneo debido a que el agua resbala sobre ella, por lo que requiere cierto tiempo. Suele hacerse colocándola en montones sobre suelo de cemento que se riegan con aspersores durante varios días, o sumergiéndola uno o dos días en depósitos o estanque llenos de agua. La humidificación termina cuando la masa tenga (70 y 80%) de humedad. Esto se puede comprobar apretando un puñado con la mano pues entonces goteará un poco; si no se aprieta no debe escurrir. (García, 1991).

3.2.3 Suplementos

Algunos cultivadores añaden algunos productos o aditivos que mejoran el sustrato y proporcionan mayor producción por ejemplo harina de maíz, harina de soya, harina de girasol, harina de avena, alfalfa deshidratada, salvado de arroz, etc. (García,1991).

3.2.4 Pasteurización

Laborde 1989 citado por Pérez 1996, menciona que hay diversos criterios de cómo llevar a cabo la pasteurización, estos son algunos ejemplos. Algunos han sido utilizados en plantas de producción en México: 2 –3 horas a 75⁰C, 5 – 8 horas a 70⁰C, 12 –18 horas a 60⁰C. La pasteurización puede efectuarse con quemadores de gas doméstico, pero como la combustión del gas requiere de oxígeno, las necesidades de este elemento son mucho mayores. Otro método de la pasteurización es el empleo de agua caliente, este se aplica cuando no se puede disponer de equipo generador de vapor, y es común en explotaciones pequeñas, para instalaciones este método consume una gran cantidad de mano de obra y combustible.

Por otro lado García 1991 menciona , el tratamiento térmico más frecuente consiste en una pasteurización que suele hacerse en cámaras con vapor de agua caliente. Experiencias holandesas demuestran la conveniencia de tener el sustrato a 58⁰C durante 10 horas. En ciertas explotaciones italianas mantienen la masa a unos 65⁰C durante 15 horas, a unos 58⁰C durante 26

horas y a 50⁰C durante 45 horas, enfriando después paulativamente con aire fresco durante un día. Otros prefieren temperaturas más altas. Calientan 4 – 5 horas para llegar a los 70⁰C mantienen esa temperatura 2 – 3 horas, enfriando después y luego bajan a 48 – 55⁰C durante 48 horas. Una variante es mantener 70⁰C durante 6 horas, enfriando después con aire fresco en unas 12 horas.

3.3 Siembra

El sustrato una vez frío, se inocula con micelio (semilla). (Padilla, 1995).

La siembra es un procedimiento que consiste en mezclar el micelio con el sustrato, el micelio viene usualmente crecido sobre granos de cereal hidratado. En México lo más usual es la siembra en bolsas de polietileno. Las plantas comerciales usan bolsas de 70 X 90 cm. porque la siembra es más rápida y con ello reducen costos. Las explotaciones pequeñas utilizan bolsas de 50 x 70 cm. o 40 x 60 cm. y algunas usan de 70 x 90 cm. La bolsa grande puede sobrecalentarse si la temperatura del lugar de incubación es elevada, también se dice que la paja no tiene la misma eficiencia en la producción, etc. en la práctica el tipo de bolsa puede ser determinado de acuerdo a los resultados que se vayan teniendo. Puede decirse que en climas cálidos la bolsa grande no es recomendable, mientras que en climas templados si puede funcionar mejor que las pequeñas, sobre todo si hay bajas temperaturas. La bolsa negra también puede emplearse y tiene la ventaja de que se controlan mejor las condiciones de oscuridad y, posteriormente se controla mejor la fructificación. En algunos

países Europeos se utilizan sistemas de contenedores verticales de aluminio con perforaciones o bien sacos grandes de polietileno. En países Asiáticos se utiliza un sistema de siembra en camas en el que las setas se cultivan en la parte horizontal de la cama. (Pérez, 1996).

3.3.1 Siembra manual

El procedimiento consisten colocar una capa de sustrato de 10 cm, seguido de una capa de semilla (lo que alcance a tomar la mano o unos 40 gr). Otro método de siembra sin máquina consiste en mezclar el inóculo con el sustrato. Se extiende la paja en una superficie limpia y se rocía sobre ella la semilla, se revuelve bien y se procede a llenar las bolsas; otra forma es poner una capa de paja sobre la superficie, una capa de semilla y así sucesivamente. (Pérez, 1996).

La siembra o inoculación consiste en mezclar el micelio con la paja o sustrato ya preparado del modo más uniforme posible, cosa que se realiza fácilmente con mezcladoras sencillas debido a que el micelio comercial suele venir recubriendo granos de cereales que se distribuyen bien por la masa. Si se siembra manualmente no hay que frotar los granos ni restregarlos para desmenuzar el conjunto totalmente, pues se corre el riesgo de destruir el micelio. (García, 1991).

3.3.2 Siembra mecanizada

La siembra en masa (o con máquina) consiste en el empleo de una banda sin fin que va extrayendo el sustrato pasteurizado, al final de la banda se coloca una persona que solo abre la bolsa para que caiga la paja, al mismo tiempo va cayendo el inóculo por medio de una tolva colocada exactamente arriba de la caída de la paja. (Pérez, 1996).

3.3.3 Cantidad de micelio para la siembra

La cantidad de micelio que se emplea varia del 1 al 4 por ciento del peso del sustrato húmedo, siendo el 2 por ciento la cifra más común. Si se emplea más cantidad el desarrollo del hongo será más rápido y abundante, pero resultará más caro y la temperatura del sustrato puede subir demasiado y matar el propio micelio. (Pérez, 1996).

3.3.4 Aditivos en la siembra

En nuestro país los pequeños cultivadores utilizan como aditivos en la siembra el carbonato de calcio y el yeso, ambos tienen la función de mejorar el medio físico-químico en el crecerá el hongo.

El yeso tiene la función de evitar que el sustrato se compacte demasiado, dificultando por tanto la respiración y el crecimiento del micelio. De yeso se ocupa 0.1 por ciento del peso húmedo.

El carbonato de calcio tiene la propiedad de elevar el pH de la paja. La cantidad de carbonato es de 0.6 a 1.0 por ciento del peso húmedo del sustrato. (Pérez, 1996).

3.3.5 Recomendaciones para la siembra

a).- La primera es la que se refiere a la importancia de realizar la siembra en condiciones higiénicas, tanto del personal como de los materiales y locales.

b).- Una vez pasteurizado, el sustrato es un medio limpio, sin embargo, si los materiales de trabajo o las personas no están limpios, al momento de manejar la paja depositarán en ella miles de esporas de hongos extraños, que podrán germinar en el medio húmedo y contaminar la siembra.

c).- Se evita la entrada y salida frecuente de personas que están sembrando, esto permite que las corrientes de aire no entren directamente y traigan contaminantes al sustrato.

d).- No se debe demorar más de un día o dos a la siembra del sustrato pasteurizado, porque se aumenta el riesgo de contaminación, exceso de humedad si ésta se condensa al enfriarse.

e).- En cuanto al manejo de la semilla o inóculo se recomienda no maltratarla, ya que el micelio que va crecido sobre el grano puede dañarse y retardar su crecimiento o incluso morir. (Pérez, 1996).

3.4 Incubación

Una vez sembrado el hongo inicia su crecimiento sobre el sustrato en que fue sembrado, durante las primeras 24 horas el micelio crecerá poco debido a que debe adaptarse el medio, el crecimiento acelerado inicia aproximadamente a las 48 horas, depende de las condiciones ambientales. Durante este periodo de 15 días *Pleurotus* utiliza lignina y celulosa como fuente de energía para la síntesis de proteína y otras sustancias metabólicas, en la descomposición de sustratos lignocelulósicos intervienen enzimas tales como la celulosa. (Pérez, 1996).

Una vez mezclado el sustrato con el micelio, ha de tenerse en envases o recipientes adecuados. Dentro de ellos el sustrato irá siendo invadido por el micelio según va creciendo y trabando los componentes sueltos, de modo que al cabo de 15 – 25 días todo se habrá convertido en un bloque blanquesino y más o menos compacto. Al crecer el micelio como ser vivo que es, produce dióxido de carbono (CO_2), pero su acumulación mejora el crecimiento incluso hasta dosis de un (15 – 20%); solo deja de crecer cuando pasa del (30%). Por ello la incubación suele realizarse en sacos de plástico cerrados o cubriendo los envases con una funda de polietileno. Es necesario cubrirlo ya que el exceso

de oxígeno activaría microorganismos que harían subir la temperatura del sustrato y al llegar a 40 °C el micelio moriría en un día. (García, 1991).

3.5 Requerimientos físicos para la producción de hongos comestibles.

Los hongos requieren de factores ambientales que favorecen su desarrollo; como son, temperatura, humedad, pH, luz, ventilación, para estos factores hay un rango en el cual se pueden desarrollar. (Castillo, 1987).

3.5.1 Temperatura

La temperatura óptima para sembrar es de 24 a 25 °C (cuando todavía esta muy poco tibia), no se debe sembrar con paja caliente por que se muere el micelio, por otra parte si se siembra con paja fría se retrasa el crecimiento, ya que el micelio tarda más en elevar la temperatura dentro de la bolsa. La temperatura más adecuada para que se formen las setas suele ser de 10 - 12 °C por lo que el ambiente del local conviene que no pase de 15° C. La temperatura ambiental influye en el color del sombrero de las setas que será más oscuro si la temperatura es baja. (García,1991).

3.5.2 pH

Por naturaleza los hongos crecen bien en medios ligeramente ácidos, es decir del 5.5 al 6.5 en el caso de *Pleurotus*, la adición de carbonato de calcio sirve para evitar que el pH baje mucho debido a la acción acidificante del micelio. Si el sustrato es muy ácido el hongo crecerá poco, no se alcanzarán las temperaturas ni el nivel de CO₂ recomendable y crecerán competidores. (Pérez, 1996).

3.5.3 Humedad

La humedad del ambiente ha de ser alta entre (90 y 95 %) por lo que el local ha de disponer de un sistema humidificador. (García, 1991).

Pérez 1996, recomienda que la humedad sea del (70 al 78%), esto varía según el sustrato, ya que algunos retienen más el agua que otros. Si hace falta humedad el hongo no se desarrolla bien porque el medio está seco, de lo contrario, si hay exceso de humedad, el agua ocupará todo el espacio y no habrá lugar para el intercambio de gases. Uno de los síntomas de exceso de humedad es la acumulación de escurrimientos en la base del recipiente, si empieza a haber ataques de bacterias el olor de estos escurrimientos será desagradable. La humedad del (95%) es otro factor indispensable que favorece la estimulación de los primordios del fruto del hongo, a fin de mantener esta humedad se dan un riego ligero por día en forma de niebla.

3.5.4 Riegos

En cuanto al riego ha de ser suficiente para que permanezcan húmedos (70- 75 %) de humedad. Las gotas de agua deben ser lo más finas posible, y si se riega cuando las setas están creciendo conviene que después de cada riego se aumente un poco el aire fresco para que se sequen las gotas que hayan caído sobre los sombreros. (García, 1991).

3.5.5 Luz

Esta es necesaria 8 - 12 horas diarias, porque sin ella las setas salen deformadas con pequeños sombreros pálidos y pies largos. Es suficiente una luz que permita ver durante las horas diurnas para la formación de botones (García, 1991).

3.5.6 Ventilación

La ventilación del local es fundamental en esta fase, pues el contenido del aire en dióxido de carbono debe ser inferior al 0,07 por ciento. Si el contenido es mayor se retrasa el crecimiento y si llega a unos 0,2 por ciento se produce la muerte del hongo. Como cifras orientadoras de ventilación podemos indicar una renovación de 150-250 metros cúbicos de aire por hora y por cada tonelada de sustrato. Algunos autores aconsejan que la velocidad del aire a nivel de los bloques sea de unos 0,2 m por segundo, (García, 1991).

3.5.7 Higiene

En la mayor parte del proceso productivo se debe cuidar la sanidad, en la propagación de cepas, en la producción de semilla, en la siembra del sustrato, durante la propagación del micelio, durante la fructificación, cosecha, etc., esto implica hábitos y rutinas higiénicas en el personal y un estricto control sanitario sobre operarios, equipos y áreas de trabajo. (Villegas, 1996).

IV. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION

La producción se presenta en oleadas, es decir salen abundantemente durante 3 a 8 días, luego hay una parada de diez a veinte días, (García, 1991).

Una vez que el fruto alcanza un tamaño visible esto es, de 3 a 5 cm de diámetro se empezará a desarrollar en este primer estado de desarrollo las condiciones de las salas de cultivo se manejan como sigue: La temperatura entre los 16 y 20 ° C, entre mayor sea la temperatura más rápido se desarrollara el hongo. A los 5 - 6 días de que se inicio el crecimiento el hongo puede ser cosechado, en climas cálidos el hongo puede desarrollarse en uno o dos días. No todas las bolsas producen al mismo tiempo hay diferencias de dos a cuatro días entre ellas pero en un (60 %) si produce al mismo tiempo. Después de que se cosecha el producto de una bolsa la próxima brotación tarda de 4 a 6 días, durante ese tiempo no es conveniente regar directamente ya que el micelio resulta dañado por exceso de agua. Para fines comerciales se dan máximo de 3 cortes. A cada uno de los cortes se les da el nombre de “

oleadas “. Para uniformizar las oleadas se recomienda hacer cortes totales del producto de cada oleada aun cuando haya de diferentes tamaños (Pérez, 1996).

4.1 Factores que se deben considerar

4.1.1 Exceso de humedad

Un exceso de humedad puede resultar en la aparición de bacterias sobre el hongo o sobre el sustrato. (Pérez, 1996).

4.1.2 Falta de agua

Cuando el agua no es provista con suficiencia el hongo puede secarse si es muy pequeño o no crece a su tamaño y peso comercial. (Pérez, 1996).

V. VALOR NUTRITIVO DE LAS SETAS

En cuanto al valor alimenticio hay que advertir que su contenido de agua es muy alto (90 a 95 %) aumentando con la edad y disminuyendo por estancia en el frigorífico. Como cifras orientadoras podemos decir que en 100 gr de *Pleurotus ostreatus* fresco hay además del agua: 0.2 A 8 gr de proteínas, 3.0 a 6 gr de hidratos de carbono, .05 a 0.3 gr de grasas, .5 a 1 gr de compuestos minerales. Es por lo tanto un alimento poco energético que proporciona entre 15 y 20 calorías por 100 gr.

(Chang 1993); citado por (Padilla 1995). Menciona que las setas *Pleurotus* spp. Se caracterizan por ser un alimento con un alto valor alimenticio y nutricional como a continuación se menciona en el cuadro 1. Su composición proteíca es relativamente alta (aproximadamente 35% en base seca), comparado con los 7.3 por ciento encontrados en el arroz, 13.2 por ciento del trigo, (39.1%) de la soya y (25%) de la leche .

CUADRO 1. Valor alimenticio de las setas , *Pleurotus spp.*

Característica	Valor	Observaciones
Humedad %	89.25	
Proteína cruda (NX6.25)	27.38	Valores en base seca.
Lípidos %	2.27	Valores en base seca.
Cenizas totales %	13.44	Valores en base seca
Carbohidratos %	56.91	Valores en base seca, por diferencia.
Índice de aminoácidos esenciales	64.80	Promedio geométrico de la relación de aminoácidos esenciales de la muestra y una proteína estándar.
Valor biológico	58.90	Proporción de nitrógeno absorbido que es retenido para mantenimiento y/o crecimiento.
Índice nutricional	13.60	Producto de aminoácidos esenciales por el contenido (%) de proteína.
Puntuación protéica	40.00	Aminoácido esencial limitante (%) de la proteína en estudio dividido entre el %del mismo aminoácido.

Fuente: Chang, 1993.

Según (Andersón y Fellers, 1942); citados por (Vedder 1979): las setas no contienen las vitaminas A, D y E como se muestra en el cuadro 2.

CUADRO 2. Contenido de vitaminas en setas sobre 100 gr de peso fresco

Cantidad	Vitamina
8.6 mg de ácido ascórbico	C
0.12 mg de tiamina	B1
0.52 mg de rivo flavina	B2
5.82 mg de ácido nicotínico	Complejo B
2.38 mg de ácido pantoténico	B3
0.18 mg de bitina	H

Fuente: Andersón y Fellers, 1942.

VI. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Debido a que es un cultivo que lleva pocos años realizándose en nuestro país y a que gran parte de él se realiza bajo plástico que actúa de aislante, las plagas y enfermedades que le atacan son pocas.

En una instalación con problemas serios puede llegar a perderse la siembra debido a que las hembras ovipositan en el sustrato, las larvas se alimentan del micelio y después del tejido del cuerpo fructífero perdiendo con todo ello la calidad comercial y disminuyendo el rendimiento. (Pérez,1996).

6.1 Plagas

En relación a las plagas que causan daños directos o indirectos al cultivo, sólo se ha observado colémbolos y dípteros.

a).- Los colémbolos son insectos diminutos sin alas, cuando atacan a los hongos forman pequeñas galerías en su carne, secas y de sección generalmente oval. A menudo se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas silvestres, pero es raro encontrarlas en las cultivadas. También pueden atacarla al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Los colémbolos se combaten con los mismos insecticidas que mencionaremos con dípteros, son moscas y mosquitos, el daño es causado sólo por sus larvas, con aspecto de gusanos sin patas que comen las hifas de micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros.

En los cultivos los adultos penetran a través del olor de los hongos y de su micelio, sobre todo si las aberturas del local no están protegidas y hay cerca restos del cultivo anterior, maderas podridas o estiércol; después ponen huevos de los que nacerán las larvas. Aparte de los daños directos y disminución del rendimiento del cultivo.

b).- Los dípteros pueden transmitir enfermedades de los hongos. En este caso pueden emplearse trampas, telas de malla fina en las aberturas o insecticidas diversos, pero normalmente no hay necesidad de ello. Diazinón al 2 por ciento o malathión al 4 por ciento en polvo, pueden extenderse por el suelo de los locales y mezclarse con el sustrato en preparación (10 gr por cada 100 kg). También pueden emplearse disueltos en agua, por ejemplo 100 g de un preparado de malathión del (50 %) (ó 200 de diazinón del 18por ciento) en 20 litros de agua. Algunos recurren a nebulizar el local con endosulfán o dicloros. En la fase de producción se emplean sustancias inofensivas como las piretrinas, y si se utilizan productos tóxicos se aplicarán sólo en puertas y ventanas. A veces causan daños caracoles y babosas, que pueden combatirse con cebos existentes en el comercio.

6.1.1 Enfermedades

En cuanto a enfermedades, pueden estar causadas por hongos inferiores patógenos o competidores, bacterias y virus. Todos ellos son de fácil propagación y contagio, por su pequeño tamaño pueden ser llevados de un sitio a otro por insectos, ácaros, herramientas, ropa, y el aire. El tratamiento es muy difícil y casi siempre inútil, por lo que la lucha ha de emprenderse basándose en medidas preventivas y enérgicas desinfecciones. En algunos sitios previenen la aparición de algunas enfermedades causadas por hongos añadiendo al sustrato una solución al 1 por mil de benomyl en el momento de la mezcla con el micelio después de la pasteurización, momento en el que suele contaminarse los sacos si no se manipulan con limpieza.

No se deben regar las zonas atacadas por hongos patógenos pues el agua puede diseminar las esporas y extender la enfermedad. Las setas afectadas y partes enfermas del sustrato deben quitarse a diario con guantes y echarlas con un recipiente que contenga desinfectante.

a).- “telaraña” causada por el hongo *Dactilyum dendroides*, cuyos finos filamentos crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y setas, cubriéndolos con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. La aparición de la enfermedad se favorece con la humedad excesiva, el calor (para la germinación de sus esporas el hongo prefiere 25°C y la escasa ventilación. En cuanto aparezcan zonas enfermas en el cultivo deben

cubrirse con cal vivo en polvo, sal, formalina al 2 por ciento o soluciones de benomyl.

b).- *Trichoderma spp*, aparecen mohos verdes en el sustrato y en la base de las setas, acidifican el sustrato y dificultan el crecimiento del micelio. Se deben desinfectar las superficies con formalina al 2 por ciento (García, 1991).

6.1.2 Medidas para el control de plagas y enfermedades

Según (Flecher, et al. 1986 ; citado por Pérez 1996), propone las siguientes medidas:

- a).-** Comprobar que las temperaturas de pasteurización sean las adecuadas.
- b).-** Revisar la higiene en las diversas áreas de la planta de producción.
- c).-** Revisar la higiene de los materiales y personal.
- d).-** Realizar la desinfección general al final de cada cultivo.
- e).-** La desinfección se puede hacer mediante el encalado de la estantería y muros, lavado de pisos con cloro, si no es de cemento rociar cal de manera uniforme, mantener los accesos y áreas cercanas limpias.

VII. COSECHA

Las setas se deben recoger (generalmente en grupos) sin estropear el micelio. La primera oleada es la que produce más cantidad de setas generalmente tras la tercera tanda no suele compensar económicamente. Cuando ha terminado de recogerse la última tanda, hay que vaciar el local y eliminar la paja o sustrato agotado, llevándolo lejos de la explotación. Durante el cultivo el sustrato pierde mucho peso y materia orgánica. Su olor después de “gastado” no es desagradable y podría ser utilizado como abono enterrándolo para mejorar la estructura del suelo e incluso quizá en la alimentación del ganado, cuando la experimentación en vivo no ofrezca dudas sobre su utilidad en este aspecto. La digestibilidad de la paja de cereales para rumiantes mejora con el cultivo por degradarse la lignina (sobre todo en la fase de incubación) y por aumentar los compuestos solubles y los aminoácidos. (García, 1991).

7.1 Rendimiento

Rinker, 1989; citado por Pérez 1996, el rendimiento del cultivo dependerá de varios factores, y uno de ellos es el sustrato que se utilice, ya que algunos presentan mayor resistencia a la descomposición ya que tienen diferentes proporción de lignina y celulosa. El rendimiento del cultivo puede ser mejorado por la adición de suplementos tales como alfalfa deshidratada, harina de soya (Rinker, 1989; Zadrazil, 1980), harina de plumas grano de cebada (Rinker, 1989), estos materiales deben ser mezclados al momento de estar llenando la pasteurizadora.

Las proporciones varían de(10 a 20%), según el material, por ejemplo:

Alfalfa: (20%)

Cebada:(12 – 15%)

Harina de soya: (15 – 20%)

No se recomienda la adición de estos materiales en más de (20%) ya que el sustrato se calienta demasiado, pueden aparecer hongos competidores.

En una siete o nueve semanas se pueden producir entre 100 y 200 kg de Pleurotus por tonelada de sustrato preparado y húmedo. (García, 1991).

7.1.1 Rendimiento biológico

En el cultivo de hongos comestibles es común determinar el rendimiento en función del peso fresco de hongos por cada parte del peso seco del sustrato.

Rendimiento: peso fresco de hongos/peso seco del sustrato.

Otra forma de calcular rendimiento es mediante la siguiente relación:

kg de hongo fresco/ ton. de paja húmeda.

En este caso se toman como aceptables los rendimientos de 200 a 250 kg o más por cada tonelada de sustrato. Zadrazil, 1980 citado por Pérez 1996, utiliza el término de rendimiento como porcentaje del sustrato original en seco.

(Peso seco de hongos / peso seco del sustrato) X 100.

En la explotación comercial el parámetro de productividad, expresado como Eficiencia Biológica, masa de hongo fresco por masa de sustrato seco, juega un papel importante al ser el indicador de la utilización y aprovechamiento del sustrato. Este parámetro varía de manera natural de acuerdo al tipo de sustrato y proceso empleado.

Sánchez P. M. Y Col. 1995, citados por Padilla 1995. En los trabajos realizados las mayores eficiencias biológicas reportadas fluctúan alrededor de (190%) en los cultivos realizados en paja de amaranto y pulpa de café fermentado. Cuadro 3.

CUADRO 3. Eficiencias biológicas de *Pleurotus spp* en diferentes sustratos.

SUSTRATO	Eficiencia Biológica (%)
Paja de trigo	90
Paja de cebada	95
Paja de amaranto	194
Bagazo de agave tequilero	96.4
Bagazo de caña de azúcar	60.18
Pulpa de café	196
Estopa de coco fresca	130
Fibra de coco seca	90
Orégano	117
Eucalipto	55
Zacate limón	113.01
Pulpa de cardamomo	113.6
Cascarilla de algodón	52
Tamo de maíz	186
Olote de maíz	50.5

Fuente: CONACYT, 1991.

7.2 Comercialización

La exportación de hongos comestibles cultivados en México hacía países con una creciente demanda y elevados volúmenes de importación, como son Estados Unidos y Canadá, se encuentra bastante limitada tanto para los hongos frescos como enlatados. Dichos mercados exigen productos de excelente calidad (tamaño, limpieza, tipo de corte), así como suministros grandes y estables; condiciones difíciles de cumplir en las circunstancias actuales. Además, la fuerte competencia comercial que ofrecen las empresas asiáticas de Taiwan, China, Hong Kong y Corea del sur, así como las elevadas cuotas arancelarias y aduanales en Norteamérica, sobre todo para el producto fresco. Se constituyen barreras adicionales. Se espera que con la apertura comercial que se está dando en México, la exportación de hongos comestibles pueda volverse más atractiva. (Rev. De Ciencia y Desarrollo. CONACYT. 1991)

7.2.1 Precio en el mercado mundial.

De acuerdo a su presentación, tamaño y frescura, la seta en forma de ostra tiene precio diferencial que varía en el mercado internacional desde 1 600 hasta 5 200 dólares la tonelada. (Salomón, 1997).

7.2.2 Precio en el mercado nacional

Del (40 al 50%) del volumen total del producto fresco se destina a los mercados de Jamaica y a la central de abastos del Distrito federal; del (50 al 60

%) a las emparadoras agroindustriales principalmente HERDEZ, CAMBELLS, CLEMENTE JACQUES, DEL MONTE, entre otras, (Proyecto de prefactibilidad, 1990).

El hongo *Pleurotus* se comercializa generalmente, en cuatro presentaciones: en racimos, como setas seleccionadas grandes, seleccionadas pequeñas y como hongo desclasado llamado "sopa". A principios de 1994, el precio pagado en la central de abastos del Distrito Federal para la seta seleccionada grande era de hasta N\$12 .00 el kilogramo y de N\$9.00 para el hongo chico seleccionado. (Villegas, 1996).

7.2.3 Precio en el mercado local (Saltillo, Coah.)

En Septiembre de 1998 el precio de las setas en tiendas de autoservicio se reporta a \$80.00kg. y en cuanto al champiñón se encuentra a \$20.00kg. Esto se debe a que el hongo comestible champiñón es más común en la dieta de algunos de la localidad sin embargo el precio de *Pleurotus* es más elevada debido a que son muy pocas familias que incorporan este hongo en su alimentación.

7.3 Consumo

7.3.1 Consumo per cápita

En México el consumo de hongos per cápita es de 100 gramos por año, mientras que en Estados Unidos es de aproximadamente 1 kg anual, y más de 2 kg per cápita por año en Canadá e Inglaterra. (Villegas, 1996).

Las setas para la venta deberían recogerse cuando son jóvenes pues luego su carne se vuelve algo correosa. En cuanto el borde del sombrero deja de ser convexo pierde calidad. Sin embargo muchos consumidores por desconocimiento, prefieren los ejemplares más grandes, aunque estén ya en forma de plato o con el sombrero hundido como un cuenco. La venta se realiza en cajas o canastas como una fruta u hortaliza, pero también es frecuente envasar las setas en bandejas de plástico cubiertas con una lámina transparente, sobre todo para super e hipermercado. La conservación es frigorífico de *Pleurotus ostreatus* puede hacerse como la de otras setas y hortalizas pero pierden bastante peso. Los pies de las setas (solo se vende el sombrero porque el pie es más duro) y los ejemplares adultos de apariencia no comercial pueden destinarse a la preparación de salsa o platos preparados con sabor a setas, aunque no es una especie muy aromática. Otra posibilidad comercial es la venta de pequeños bloques de sustrato ya encubados, para que el ama de casa los coloque en un lugar fresco y pueda obtener una pequeña cosecha en su vivienda. (García, 1991).

En México el uso del champiñón como alimento, es relativamente escaso ya que se carece de una cultura desarrollada en el consumo del mismo. El mayor consumo se encuentra dentro de la clase media alta y en menor porcentaje dentro de la clase media y media baja. (Proyecto de prefactibilidad, 1990).

VIII. CONSERVACION DE SETAS

Las setas pueden conservarse de distintas maneras: por esterilización, en aceite, en vinagre, en salmuera o sencillamente desecándolas, conservándolas enteras o bien ya secas reduciéndolas a polvo en vez de conservar las setas, puede conservarse sólo lo mejor de ellas, su extracto.

Las setas deberán prepararse cuidadosamente siguiendo las normas siguientes:

- 1.- Escoger las setas cuidadosamente una por una, conservando solamente las que estén sanas y frescas.
- 2.- Suprimir la parte terrosa del pie.
- 3.- No lavarlas, ya que las setas absorben agua; solamente deben secarse cuidadosamente con un trapo fino.
- 4.- Si las setas parecen agusanadas, colocar las setas durante 15 minutos, sobre una hoja de aluminio, en un horno tibio, con la puerta abierta: los gusanos saldrán. (Ibar, 1980).

8.1 Esterilización

Primeramente se blanquean las setas, lo que se consigue manteniéndolas sumergidas en agua a la que se ha añadido 8 gr de sal y el zumo de 2 limones por litro de agua, durante 5 minutos; las setas no se ennegrecerán y conservarán su propio color. Introducir las setas así tratadas en botes de cristal provistos del correspondiente tapón con sus arandelas de goma o de plástico, de forma que el cierre sea hermético. Cubrir las setas con agua, a la que se añade 8 gr de sal y dos cucharadas de zumo de limón; cerrar y esterilizar. El tiempo de duración de la esterilización es función del tamaño de los recipientes: para los pequeños basta con 30 minutos, para los de un litro 45 minutos. De esta forma las setas se conservan entre diez y doce meses. (Ibar, 1980).

8.2 Setas en aceite

Este sistema de conservación conviene particularmente a los nízcalos.

Si las setas son pequeñas dejarlas enteras, y si son grandes, cortarlas en dados o cuadros. Colocarlas en una sartén, donde a fuego lento se irán desecando, por lo que se les añadirán dos cucharadas soperas de sal por cada medio kilo de setas, de contado el agua que vayan destilando y retirándolas del fuego cuando ya no suelten más. En este momento cubrirlas de una mezcla de agua y vinagre a partes iguales; ponerlas nuevamente al fuego, y cuando hiervan, verterlas en un pasador, dejando escurrir durante 30 minutos. Meterlas

en botes, cubriéndolas de aceite de oliva, cerrar y dejarlas en un lugar fresco y seco hasta su utilización. Se conservan bien durante 6 a 8 meses.

Otra manera de preparar las setas al aceite consiste en hervir las setas en agua durante unos pocos minutos y secarlas con un paño; preparar aparte un sofrito de ajo y romero triturados. Colocar las setas en tarros de cristal donde se alternen las capas de setas con aceite. Cerrar los tarros herméticamente. (Ibar, 1980).

8.3 Setas conservadas en vinagre

También puede emplearse boletus, champiñones y níscalos. Deben escogerse setas de pequeño tamaño o bien troceadas. En un recipiente esmaltado o en una cazuela de cristal resistente al fuego, se colocan las setas cubriéndolas con una mezcla a partes iguales de agua y vinagre blanco, junto con cuatro dientes de ajo por cada kilo de setas. Póngase a hervir, y al momento de hervir retirar los ajos; continúese la ebullición cinco minutos, retírese la cazuela del fuego y añádase por cada kilo de setas: tres hojas de laurel, seis granos de pimienta, seis clavos de especie y una ramita de canela. Dejar enfriar, escurrir las setas en una espumadera y dejarlas secar sobre un paño. En bote de cristal se colocan las setas bien mezcladas con los clavos, pimienta, ajo; canela y hoja de laurel, triturados en grano grueso. Llenar el bote con vinagre blanco frío, de manera que queden las setas bien empapadas y el bote lleno de vinagre en sus tres cuartas partes. (Ibar, 1980).

8.4 Conserva de setas en salmuera

Introducir las setas en un tarro de tierra de cocida o de vidrio de boca ancha, alternando las capas de setas con capas de sal gruesa (salmuera), aproximadamente cien gramos de sal por kilo de setas. Cubrir los tarros con un lienzo que les sirva de tapadera, atar con un cordel. Conservarlas en un lugar fresco y seco. utilizarlas deben desalarse las setas, remojándolas varias veces en agua, hasta que el agua ya no este salada. Las setas en sal pueden conservarse de 6 a 8 meses. (Ibar, 1980).

8.5 Secado de setas

La forma más adecuada de conservar las setas consiste en secarlas. Esta operación llevarla a cabo perfectamente, es un poco trabajosa; pero el resultado es muy seguro. Se eliminan los hongos no sanos, se limpian los escogidos, se cortan en rodajas largas y no demasiado finas, se cubren con agua hirviendo y se les mantiene en ellas durante dos o tres minutos hasta esterilizarlos. Esta operación resulta más fácil si se dispone un colador bastante grande: se colocan en él los hongos y se les deja inmersos en agua hirviendo durante cuatro o cinco minutos, a fin de que incluso a los hongos que se encuentren en el centro de la masa les pueda llegar el calor; se quita luego el colador del agua hirviendo y se deja que en él escurran las setas y se enfríen un poco; se colocan después sobre tablillas y se exponen a una corriente de aire seco a la sombra. Es conveniente que las tablillas estén provistas de un borde de pequeña altura para impedir que las setas se vayan con el viento. Se dice que

expuestas al sol las setas pierden su valor; es verdad que si no se tiene cuidado se corre el peligro de que se vuelvan demasiados coriáceas, y luego no pueden ser regeneradas; pero si se vigila bien, si se les da vueltas con frecuencia, incluso al sol pueden secarse bien y más a prisa que a la corriente de aire, mantenido suficientemente su sabor y perfume. (Ibar, 1980).

8.6 Extracto de setas

Para preparar el extracto de setas, se limpian y se separan las partes mallugadas. Después se deja cocer a fuego lento, constante, sin agua, y sin ingredientes de ninguna clase. Al cocer no tardarán en dejar parte de su jugo, este se pone en un recipiente adecuado, y echar sobre los hongos un poco de agua caliente. Esta operación se repite varias veces, y solo se desiste en repetirla cuando el zumo aparezca desteñido, poco perfumado y poco fuerte de sabor. Se desechan, los hongos ya agotados; se pone el zumo al fuego hasta que, hirviendo tranquilamente, se haya concentrado, y haya alcanzado cierta densidad. Prácticamente los hongos de buen sabor y de buen color se prestan a esta preparación de la esencia o zumo de hongos. El extracto de hongos se usa de forma análoga al extracto de carne. (Ibar, 1980).

8.7 Hongos en conserva

- a).- Escoger hongos jóvenes o cuando menos, en muy buenas condiciones.
- b).- Limpiar bien el pie con un cuchillo; el sombrero es mejor limpiarlo con un trapo mojado.
- c).- Cortarlo en trozos grandes.
- d).- Ponerlos a cocer en vinagre en una olla de barro (las ollas de metal son atacados por el ácido acético del vinagre y los acetatos que se forman, pueden producir molestias intestinales, no imputables a los hongos).

PROCEDIMIENTO

Puede ser diluido tres partes de vinagre y una parte de agua. Se necesita una cantidad de líquido aproximadamente igual a la mitad de los hongos. Se pone a hervir a fuego moderado. Revolver con una cuchara de madera, para que todos los hongos estén en contacto con el líquido; sueltan su agua y se encogen y el líquido queda suficiente para la ebullición. Se dejan hervir unos 20 minutos, quitando la espuma que se va formando. Vaciar el líquido, poner los hongos en un colador, después extenderlos sobre una tabla para que se sequen y se enfríen. Una vez bien enfriadas, se pasan a un recipiente de vidrio bien limpio, añadiendo aceite, repitiendo veces la operación, hasta dejarlos bien cubiertos de aceite. Se añaden dientes de ajos machacados, clavitos de olor, canela, hojas de laurel y sal, todo al gusto. Dejarlo en reposo más o menos un mes, conservándolos en el refrigerador. (Manz1, 1976).

8.8 Hongos secos

Bien limpios y rebanados no muy finos, se ponen al sol sobre tablas de madera o sobre láminas de metal, preferentemente oscuras, para que absorban mejor el calor del sol. Un día de sol es suficiente. Revolverlos de vez en cuando para que no se peguen demasiado y para que les dé bien el sol.

(Manz1, 1976).

CONCLUSIONES

- * En México el consumo de hongos es muy bajo comparado a otros países como Inglaterra y Canada debido a la falta de información, los hábitos de alimentación y a la cultura que se tiene, ya que en algunas regiones solo lo utilizan para ceremonias religiosas.

- * En gran parte del país se desconoce el valor nutritivo, sin embargo hoy ha tenido mayor auge en el consumo debido a la difusión que se le ha dado.

- * El precio es inaccesible para los consumidores de bajos ingresos sin embargo existen posibilidades de producir setas a pequeña escala.

ALTERNATIVAS

El cultivo de setas representa una excelente alternativa comercial para la producción de un alimento de alto valor gastronómico y nutritivo.

Representa también una alternativa para los desechos agroindustriales provenientes principalmente de los cultivos de maíz, frijol, arroz, sorgo y cebada.

Además el cultivo de setas no requiere de alta tecnología pudiendo cultivar en el propio hogar proporcionando un espacio adecuado para el desarrollo.

El cultivo de hongos comestibles puede alcanzar gran importancia económica debido a que el campo mexicano ofrece gran variedad de hongos sobre todo en las regiones boscosas crecen alrededor de 200 especies.

Fomentar el consumo y la producción de hongos comestibles.

BIBLIOGRAFIA

Alexander Martin.1976. Introducción a la microbiología. AGT Editor, S.A. Nueva York, U.S.A

Becker George.1989. El gran libro de hongos y setas de Europa. Ediciones Susaeta, S.A. Madrid España.

Castillo Tovar José. 1987. Micología General. Editorial Limusa. México.

Diego Colonge Francisco. 1979. Setas. Editorial Mundi-prensa, Madrid España.

Ferran L. S. 1969. Como cultivar el champiñón, la trufa y otros hongos. Editorial Aedos. Barcelona, España.

García Rollan Mariano. 1975. Setas de los árboles. Publicaciones de extensión Agraria. Madrid.

García Rollan Mariano. 1975. Manual para buscar setas. Publicaciones de extensión Agraria. Madrid.

García Rollan Mariano. 1991. Cultivo de setas y trufas. Ediciones Mundi-prensa. Madrid España.

Guzmán Gastón. 1985. Hongos. Editorial Limusa. México.

Herrera Hernández, Armando. 1986. Monografía "Cultivo y usos del Champiñón" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México.

Huerta Guzmán G. 1977. Identificación de los hongos. Editorial Limusa. México.

Ibar Leandro. 1980. Setas. Editorial Aedos.

Lizán Reclusa Luis. 1967. Identificación de hongos comestibles. Publicaciones de capacitación agraria. Madrid España.

Manz' Juan. 1976. Hongos. Ediciones Combonianas. México.

Marco Moll Horacio. 1970. 1970. El Champiñón. Editorial Acribia. Zaragoza, (españa).

Moreno Martínez Ernesto. 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. México.

Otto H. James. 1982. Biología Moderna. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México.

Padilla Camberos Eduardo, Abel Guzmán Carrillo. Nov-Dic. 1985. Año 6, No. 37. Revista. Agrocultura para el productor diversificado.

Pérez Godínez Edmundo A. 1996. Producción de hongos comestibles (setas y champiñones). Centro de Investigaciones Sociales, tecnológicas y Agroindustriales de la Agricultura Mundial (CIESTAAM) 2da. Edición. México.

Pierre Montarnal. 1970. Setas comestibles y venenosas. Ediciones Dalmon. Bracelona España.

“Proyecto de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de champiñones”. Mayo-Junio de 1990. Segundo curso Interamericano sobre el ciclo de vida de los proyectos de inversión. O.E.A.-NAFIN. México, D.F.

Revista de Ciencia y desarrollo. CONACYT. Vol. XVI. Numero 96. Enero-Febrero 1991. México.

Richard T. Hanlin and Miguel Ulloa. 1979. “Atlas of Introductoy Mycology”. Editorial, Hunder Publishing company. U.S.A.

Rodríguez Nicolas. 1997. Apuntes sobre Biología. Consulta en internet. México.

Salomón Roberto. 1997. Setas a la carta. Edición digital. internet. La Habana Cuba.

Seymour Jacqueline. 1979. La naturaleza de las setas. Ediciones Castell. Barcelona España.

Sinnger R. 1964. Las setas y las trufas. Compañía Editorial Continental. México.

Sistrom W.R. 1968. Vida microbiana. Compañía editorial. México, España, Argentina, Chile. Primer edición en español de la primera edición en inglés: 1964, primera reimpresión: México.

Ulloa Miguel. 1978. Atlas de la Micología básica. Editorial Concepto. México.

Vedder, P.J.C. 1979. Cultivo Moderno del Champiñón. Editorial Mundi. Madrid.

Villaseñor Ibarra Luis, Arias García Armando, Rodríguez Alcantar Olivia. 1997. Hongos comestibles que podemos cultivar. Sección Universitaria, internet. México.

Villegas de Gante. 1996. Biotecnología Intermedia en México: La producción de hongos en México. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y

Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Comité de servicio universitario. Universidad Autónoma de Chapingo. México.