

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**



DIVISION DE AGRONOMIA

**Evaluación de 6 Sustratos para Determinar la
Eficiencia Biológica del Hongo *Pleurotus ostreatus***

POR:

Joaquín García Téllez

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Mayo de 2002

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA**

**Evaluación de 6 Sustratos para Determinar la
Eficiencia Biológica del Hongo *Pleurotus ostreatus***

POR:

Joaquín García Téllez

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Producción

APROBADA

M.C. Felipa Morales Luna
Presidente del Jurado

M.C. Adolfo Ortegón Pérez
Sinodal

M.C. Francisco Elizondo Ruiz
Sinodal

M.C. Reynaldo Alonso Velasco
Coordinador de la División de Agronomía

**Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
Mayo de 2002**

INDICE

	Página
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	1
1.2 Hipótesis.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1 Definición de hongos y setas.....	2
2.2 Historia de los hongos en México.....	3
2.3 Morfología de las setas.....	4
2.3.1 La cutícula.....	5
2.3.2 El sombrero.....	5
2.3.3 El Himenio.....	7
2.3.4 El Pie.....	8
2.3.5 El anillo.....	9
2.3.6 La volva	9
2.4 Biología de <i>Pleurotus ostreatus</i>	10
2.4.1 Descripción botánica.....	10
2.4.2 Taxonomía.....	11
2.4.3 Ciclo de reproducción del <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
2.4.4 Hábitat natural del <i>Pleurotus ostreatus</i>	12
2.4.5 Estructura de <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
2.5 Importancia del <i>Pleurotus ostreatus</i>	14
2.5.1 Importancia medicinal.....	14
2.6 Producción mundial de los hongos comestibles.....	15
2.6.1 Localización de la producción de hongos en el país.....	15
2.6.2 Producción nacional de <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
2.6.3 La importancia del <i>Pleurotus ostreatus</i> en el mercado.....	16

2.6.4	Valor nutritivo del <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
2.7	Sustratos.....	17
2.7.1	Eficiencia biológica.....	18
2.7.2	Sustratos utilizados en México en el cultivo de <i>Pleurotus o.</i>	18
2.8	Descripción de los sustratos utilizados.....	21
2.8.1	La Maromera (<i>Salsola Kali</i>).....	21
2.8.2	El Trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	23
2.8.3	El Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>).....	25
2.8.4	Descripción del Maíz (<i>Zea mays</i>).....	27
2.9	Preparación de los sustratos.....	29
2.9.1	Pasteurización.....	29
2.9.2	Inoculación.....	29
2.9.3	Incubación.....	30
2.9.4	Fructificación.....	30
2.9.5	La cosecha.....	31
2.10	Plagas y Enfermedades del <i>Pleurotus ostreatus</i>	31
III.	MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1	Descripción de las instalaciones.....	34
3.2	Material Genético.....	34
3.3	Tratamientos.....	35
3.4	Variables evaluadas.....	35
3.5	Análisis estadístico.....	36
3.6	Modelo Completamente al azar.....	36
3.7	Procedimiento.....	37
IV	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
4.1	Análisis de varianza.....	40
4.2	Comparación de Medias.....	41

INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
2.1.	Valor nutricional de <i>Pleurotus ostreatus</i>	17
2.2.	Composición química del trigo.....	23
2.3.	Composición química del sorgo.....	25
2.4.	Composición química del maíz.....	27
3.1.	Proporciones de sustratos en los tratamientos.....	35
3.2.	Para el análisis de varianza.....	36
4.1.	Modelo estadístico.....	40
4.2.	Procedimiento.....	42

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	DESCRIPCIÓN	PAGINA
2.1.	Partes principales de una seta adulta.....	4
2.2.	Tipos de sombreros o píleos.....	6
2.3.	Tipos de himenios de las setas de acuerdo a su posición.....	7
2.4.	Formas de pies o estípites.....	8
2.5.	Seta adulta <i>Pleurotus ostreatus</i>	10
2.6.	<i>Pleurotus ostreatus</i> sobre troncos.....	12
2.7.	Estructura del estípite de la seta <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
2.8.	Estructura interna de la lamina del <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
2.9.	La planta de <i>Salsola kali</i> L. (Maromera).....	22
2.10.	La planta de <i>Triticum aestivum</i> (Trigo).....	24
2.11.	La planta de <i>Sorghum vulgare</i> (Sorgo).....	26
2.12.	La planta de <i>Zea mays</i> (Maíz).....	28
2.13.	Plagas y enfermedades de <i>Pleurotus ostreatus</i>	33
3.1	Micelio de <i>Pleurotus ostreatus</i>	37

RESUMEN

Los hongos son organismos que carecen de clorofila, de soma y generalmente son filamentosos, la reproducción es por medio de esporas, no pueden elaborar sus propios alimentos, como son los azúcares, almidones, proteínas y grasas; por eso se ven obligados a tomarlos en otros seres que lo tienen; ya sea en forma saprófito, parásito o simbiótica.

El presente trabajo se estableció con un diseño completamente al azar de seis tratamientos con cinco repeticiones, siendo un total de 30 unidades experimentales; T1: 100% trigo (testigo); T2: 100% rastrojo de maíz; T3: 100% Olote de maíz; T4: 50% rastrojo + 50% Olote; T5: 100% sorgo; T6: 100% maromera. Todos los sustratos que se utilizaron se desmenuzaron y se pasteurizaron durante una 1 hora con 30 minutos de 80 a 100°C en una tina, después de la pasteurización se dejó enfriar, posteriormente se inocularon con micelio "*Pleurotus ostreatus*" y se llevaron al cuarto de incubación, la temperatura del cuarto osciló entre 18-20°C. A los 15 días se pasó al cuarto de fructificación, la temperatura fue de 18 a 22°C. Los riegos fueron uniformes con dos riegos por día.

Los resultados obtenidos fueron: diámetro de sombrero 6.83 a 7.37 cm. y el diámetro de pie o estípite osciló entre 0.85 y 1.12 cm.; para el peso total de cada tratamiento osciló entre 355.10 y 570.56 gr. obteniendo el T4 con mayor peso y T6 con el mas bajo; pero para oleadas y eficiencia biológica de hongos el tratamiento que es el mejor es el T2 y el T6 fue el menor de todos.

La igualdad entre tratamientos de casi todas las variables, posiblemente se deba a las condiciones de aire, temperatura, humedad y luz porque fueron las mismas para todos los tratamientos en que crecieron las setas.

I. INTRODUCCION

El cultivo de los hongos comestibles es de tipo "ecológico", pues lo que al hombre le es poco útil y que desecha, como las pajas, rastrojos, bagazos, cascarillas y pulpas e incluso malas hierbas, el hongo lo transforma en alimento proteínico. Los *Pleurotus ostreatus*, son fáciles de cultivar, sin complicadas operaciones de laboreo, con sabores característicos y con propiedades medicinales tales como la inhibición del crecimiento de células cancerígenas, disminución de los niveles de colesterol y de la formación de cálculos vesiculares, entre otras.

El cultivo de diversas especies de hongos del género *Pleurotus* está adquiriendo una gran importancia, en el extranjero y en México en forma experimental siendo el más conocido *Pleurotus ostreatus*. Esta practica puede contribuir tanto a la diversificación de actividades agropecuarias, como al surgimiento de micro emprendimientos familiares tan necesarios en estos difíciles momentos, ayudando al medio ambiente. Ya que el cultivo de hongos presenta ventajas como forma más eficiente de conversión de desechos vegetales en alimento, pero también reutilizar el residuo donde se produjo el cultivo de hongos en numerosas formas tales como producción de biogás, lombricultura, mejoradores de suelo.

Así como otros alimentos silvestres, las setas se han consumido desde siempre. Hipócrates las describió como especies vegetales con propiedades curativas y los romanos y otras culturas antiguas las utilizaron también como veneno, además como alimento.

Las setas son organismos vivos que habitan en terrenos húmedos, abundan entre materia orgánica y les gusta la lluvia y el calor. Gran cantidad de ellos son

inofensivos, sin embargo existen especies que son tóxicas, como la *Amanita phalloides*, lo que hace de la colecta de setas una actividad que requiere de conocimientos precisos de la materia.

Debido a que los hongos tienen la habilidad de desarrollarse en sustratos ricos en celulosa y convertirlos en alimento rico en vitaminas, proteínas y minerales, ante estos beneficios que se obtiene de este cultivo se plantean los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVOS

Determinación de la Eficiencia Biológica de los diferentes sustratos; trigo, rastrojo, olote de maíz, mezcla de rastrojo mas olote, sorgo y maromera.

Evaluar los diferentes materiales disponibles en la región para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

1.2 HIPOTESIS

H₀: Que todas las Eficiencias Biológicas de los sustratos se comporten igual.

H_A: Que por lo menos uno de los sustratos su Eficiencia Biológica sea diferente.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Definición de hongos y setas.

Los hongos son organismos carentes de clorofila, de soma o cuerpo verdadero, generalmente filamentosos, provisto de paredes celulares y núcleos verdaderos y la reproducción es por medio de esporas. No pueden elaborar sus propios alimentos orgánicos como azúcares, almidones, proteínas y grasas, por tal razón, deben vivir en residuos vegetales o animales en forma saprofita, parásita o simbiótica (Romero, 1996) y están formados por numerosos hilos finísimos o filamentos (hifas) cuyo conjunto se denomina micelio (García, 1998).

A causa de la ausencia de clorofila, los hongos no pueden asimilar directamente los elementos necesarios para la constitución de sus tejidos ejemplo el carbono; por eso se ven obligados a tomarlo de otras sustancias que lo tienen, sobre todo combinado en la forma de hidratos de carbono. Así unos viven sobre seres vivos, animales o vegetales, de los cuales toman los elementos que necesitan; los llamados “hongos parásitos”. Otros viven sobre sustancias orgánicas inertes o muertas, sobre restos de vegetales; son los “hongos saprófitos” (Lizán, 1967).

Una seta es la parte fértil (carpóforo) de ciertos hongos superiores, algo parecido como el “fruto” de los hongos porque en ellos albergan sus elementos reproductivos que son las esporas (Perala, 1973).

Se sabe que el cuerpo fructífero muestra una respuesta geotrópica, de tal modo que si se le inclina durante su desarrollo, el pie (estípite) se dobla para colocar nuevamente al sombrero (píleo) en posición horizontal (Deacon, 1990).

2.2 Historia de los hongos en México

En México desde la época prehispánica los hongos han sido de gran importancia para el hombre, utilizándolos como alimentos, medicinas, amuletos, drogas e incluso para ritos religiosos. En la actualidad existen algunas empresas dedicadas al cultivo de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus*, conocidos en el mercado como champiñón 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 las 23 toneladas diarias de hongos frescos (Revista CONACyT, 1991).

El cultivo de *Agaricus bisporus* se remonta a la llegada de José Leben Zdravie a la Cd. de México en 1931, proveniente de Trieste, Italia. En 1933 realiza los primeros ensayos, aunque dieron poco resultado. En América Latina y especialmente en México, el cultivo de hongos 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 aprovechados en su mayoría por diversos sectores de la población indígena y mestiza del país. (Villaseñor, 1997).

Los desechos agroindustriales tienen un alto contenido de lignina y celulosa que los únicos organismos que metabolizan la lignina son los hongos. El hongo *Pleurotus ostreatus*, es uno de los más importantes que prosperan en los residuos silvoagroindustriales en México; por los trabajos realizados, se han obtenido buenos resultados sobre la pulpa de café, el bagazo de caña de azúcar, el henequen, aserrín de madera, corteza de pino, entre otros (Guzmán y Martínez 1985).

2.3 Morfología de las setas.

A partir del micelio subterráneo se forma una masa esférica llamado primordio o huevo; el cual al romperse por la presión interior, deja salir el sombrero y parte superior del pie de la futura seta, para finalmente, al termino del desarrollo, dar lugar a una seta cuyas partes constituyentes son: Sombreros (píleos), escamas, cutícula, himenio, pié (estípite), anillo y volva. (Diego, 1979; Guzmán, 1980). Figura 1.

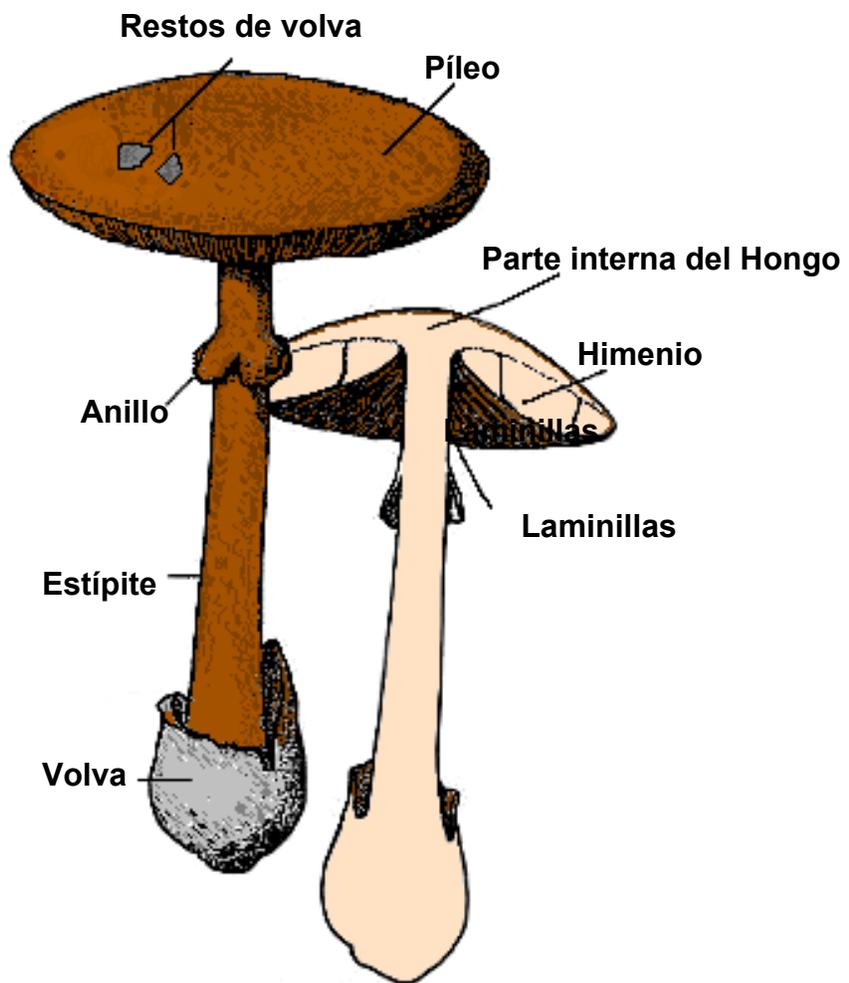


Figura 2.1 Partes principales de una Seta adulta. Fuente Diego 1979 y Guzmán 1980.

2.3.1 La cutícula.

Es la membrana exterior que recubre al sombrero y pié. Esta formada por unas capas de células o por una red compacta de filamentos hifales; puede tener o no sustancias colorantes almacenadas que son las que le dan esa viveza de colores tan espectacular en algunas setas. Por lo general estos pigmentos son fácilmente degradados por la acción de la luz o arrastrados por el agua. La cutícula puede ser lisa, rugosa, seca, viscosa; esta fuertemente adherida al sombrero o es fácilmente separable del mismo, puede tener estrías, surcos o círculos concéntricos, escamosas (Diego, 1979).

2.3.2 El sombrero

El sombrero, también llamado píleo, es la parte mas ancha de la seta, situada encima del pie, presentando diversas formas como: esférico en el caso del genero *Bovista*; acopados en *Aleuria*; cónicos en *Conocybe*; acampados en *Panaeolus*; mamelonados o mamiformes en *Melanoleuca*; hemisféricos en *Stropharia*; convexos en *Amanita*; aplanados en *Lepista nuda*, embudados en *Cantharellus* y ramificados en *Ramaria* (Diego, 1979) Figura 2.

El sombrero de algunos hongos puede cambiar de aspecto y color con la sequedad y humedad del ambiente. Así, pueden ser mas oscuros con la humedad y mas pálidos y brillantes en tiempos secos (Lizán, 1967).

La estructura del sombrero de los hongos superiores es muy variada. Puede estar formada por una trama de filamentos entrecruzados de manera irregular y todos semejantes. En otros casos esta trama tiene una estructura regular generalmente radial (Diego, 1979).



Esférico



Acopado



Cónico



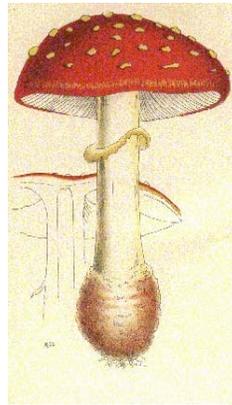
Campanulado



Mamelonados



Hemisférico



Convexo



Aplanado



Embudados



Ramificados

Figura 2.2 Tipos de sombreros de las Setas. Fuente (Diego, 1979).

2.3.3 El Himenio

El himenio se localiza en la parte inferior del carpóforo y adopta unas formas muy concretas, que permitan la libre caída de las esporas, a la vez que ofrezcan la mayor superficie en el menor espacio. Tales formaciones pueden ser laminillas radiales, tabiques laberintiformes, tubitos paralelos, tubitos paralelos abiertos por abajo, simples poros o alvéolos, agujones carnosos (García, 1976). Figura 3.

Himenóforo se denomina a la parte del carpóforo que sostiene al himenio; siendo el himenio la zona donde se encuentran localizadas las esporas de origen sexual, sus características son importantes en la identificación. El mas simple puede ser liso como en *Peziza*; formando pliegues como en *Cantharellus*; en láminas como en *Agaricales*, en púas o agujones como en *Sarcodón*, en tubos como en *Boletus* (Perala, 1973; Diego, 1979). La disposición del himenóforo con respecto al pié, es muy importante al clasificar una seta. El himenóforo puede estar distanciado del pié y se nombra por separado; puede estar confluyente con el pié, pero sin tocar a este, se dice entonces que es libre, se puede disponer en contacto con el pié, de tal forma que este contacto no exceda la anchura normal del himenóforo, siendo aquí adherido; a veces presenta un entrante en la proximidad del pié, siendo por lo demás parecido al anterior, llamándose en este caso escotado; por ultimo se puede aparecer recubriendo una gran parte del pié y se llama decurrente. (Diego, 1979; Guzmán, 1980).

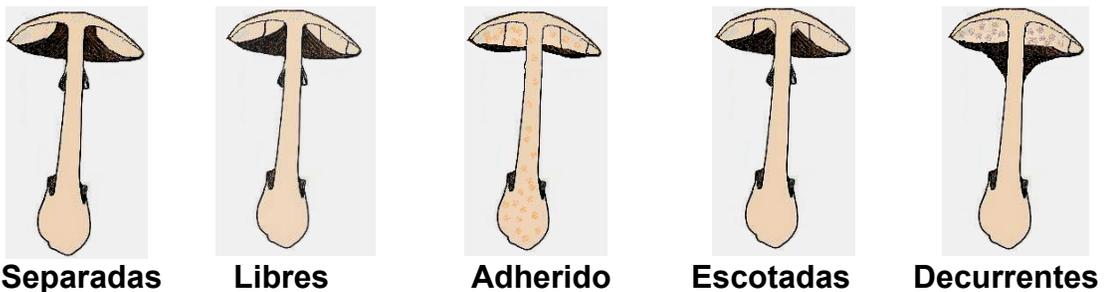


Figura 2.3 Tipos de Himenios de las setas de acuerdo a su posición con el pié.

2.3.4 El Pié

El pié es la parte de la seta que sostiene al sombrero, también llamado estípite. Está formado por hifas dispuestas generalmente en haces paralelos, aunque también pueden estar entrecruzados sin orden alguno. En cuanto a su estructura, lo mas general es que sea fibrosa, pero a veces puede aparecer como granulosa, tal es el caso de las *Russula*. Finalmente puede ser el pie frágil o elástico y estar fusionado con el sombrero o por el contrario, quedar relativamente independizado, siendo en este caso fácilmente separable (Diego, 1979).

Este órgano varía de unas especies a otras; generalmente es cilíndrico, pero en algunas especies aparece abultado en su parte inferior y recibe el nombre de “Pie claviforme” (*Cantharellus*). Si está hinchado en forma de bulbo, se llama “Pie bulboso” (*Cortinarius*); si es mas grueso en el centro que en los extremos; es el pie ensanchado (*Boletus*). Si sólo está atenuado en el extremo interior, que se prolonga en forma de raíz, nos encontramos ante el “Pié radial o radicante” (*Oudemansiella*). El pié puede ser simple o ramificado, en su parte exterior es más dura que la parte central, que es algodonosa y se destruye fácilmente. La superficie exterior del pie puede ser lisa o estar adornada con escamas, fibras, pelos o granulaciones. (Lizan, 1967).

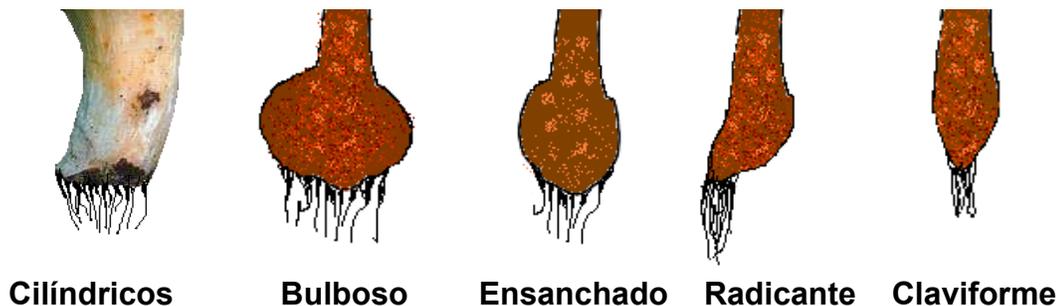


Figura 2.4 Formas de estípites presentadas por los carpóforos (Diego, 1979).

2.3.5 El anillo

Es la parte residual procedente del “velo interno”, también llamado velo parcial. Este velo se sitúa debajo del sombrero y se presenta, la mayoría de las veces, como una fina película que cubre el himenio en los ejemplares jóvenes (Diego, 1979).

Algunas setas, al nacer tienen una membrana entre el borde del sombrero y la zona media del pié, para proteger al himenio. Al desarrollarse el sombrero se rompe la membrana quedando los residuos alrededor del pié y es lo que se llama anillo (Perala, 1973).

En *Boletus flavus*, al romperse la unión entre el borde del sombrero y el pié, el borde del sombrero el que se deja parte sobre el pié, dando lugar a un anillo. En *Lentinus tigrinus* el anillo tiene su origen en los tejidos del pié, mientras que en *Boletus flavus* el anillo tiene su origen en los tejidos del borde del sombrero (Lizán, 1967).

2.3.6 La volva

En etapa de “Primordium” cuando esta alcanza el aspecto de un huevo, si se le da un corte longitudinal, observaremos la presencia de una envoltura externa, bastante espesa, de color blanco que rodea al ejemplar completamente. Esta envoltura recibe el nombre de “volva”. En el interior de esta envoltura se reconocen las diferentes partes del hongo adulto, el sombrero y el pié, está soldado por la parte inferior a la volva. Durante el crecimiento del hongo, el pié y el sombrero lo hacen mas de prisa que la volva y como consecuencia, al no poder seguir en su desarrollo a aquellos, la volva se desgarrar por la parte superior y queda como una bolsa alrededor de la base del pie, dejando libre el sombrero. No todos los hongos están provistos de volva (Lizán, 1967).

2.4 Biología de *Pleurotus ostreatus*

2.4.1 Descripción botánica

Sombreros carnosos, convexos o casi aplanados, en forma de concha, de 5 a 20 cm. generalmente en grupos imbricados, insertos por un costado a través de un pie lateral rudimentario. Superficie lisa, de color muy variable, desde gris o pardo ahumado, pardo-violáceo o pizarra, palideciendo y poniéndose ocre o amarillento de viejo. El borde es muy convexo al principio e encorvado. Las láminas decurrentes, anchas, espaciadas, desiguales, blanquecinas luego de color marfil (Figura 5). Esporas pálidas, en cierto tono gris rosado, largas, casi cilíndricas, de 7 a 11.5 por 3 a 5.6 micras. La carne es blanca, gruesa, tierna de joven, de olor y sabor agradables y comestibles. El pié es corto, lateral, grueso, a menudo casi nulo, firme, blanco, generalmente con la base aterciopelada (García, 1976 y 1998).



Figura 2.5 Seta adulta *Pleurotus ostreatus*

2.4.2 Taxonomía según Romero (1993).

Subdivisión: Eumicotina

Clase: Basidiomycetes

Subclase: Homobasidiomicetidae

Orden: Agaricales

Familia: Agaricaceae

Género: *Pleurotus*

Especie: *ostreatus*

Nombre científico: *Pleurotus ostreatus*

2.4.3 Ciclo de reproducción del *Pleurotus ostreatus*

En los hongos existen dos fases de desarrollo que son la vegetativa o miceliar y la fase de fructificación; la fase miceliar empieza con la liberación de las esporas, después germinan originando un micelio primario llamado monocarión; éste se fusiona con otro micelio monocarión compatible por medio de la **plasmogamia**, dando origen a un micelio secundario o dicarión (se caracterizan por tener células con dos núcleos haploides y fíbulas en los septos de las hifas). Las fíbulas son estructuras especializadas que permiten el intercambio de núcleos entre cada compartimento hifal. La segunda fase se conoce como **cariogamia**; sucede cuando el micelio binucleado se desarrolla y se forman uno o varios cuerpos fructíferos en los cuales en su himenio terminará la reproducción sexual con la formación de basidiosporas en los basidios (Velázquez, 1995).

2.4.4 Hábitat natural del *Pleurotus ostreatus*

Crece en grandes conjuntos sobre troncos tirados o árboles en zonas tropicales, subtropicales o bosque de pino y encino; en jardines, a veces sobre chopos, sauces y fresnos (Guzmán, 1980). Figura 6.

En México se encuentra naturalmente en el bosque tropical perennifolio; en este bosque pueden distinguirse tanto los hongos lignícolas así como los humícolas, se escasean los hongos formadores de ectomicorrizas y predominan las endomicorrizas de tipo vesículo arbuscular (Rzedowski, 1988).

El *Pleurotus ostreatus* causa daño considerable puesto que es parásito de los árboles de madera dura especialmente del haya (*Fagus sp.*) se le encuentra durante todo el año, tiende a ser resistente (Seymour, 1979). Se presentan casi todo el año, sobre tocones y troncos en su mayoría en latifoliadas o frondosas (García, 1976).



Figura 2.6 *Pleurotus ostreatus* sobre troncos.

2.4.5 Estructura de *Pleurotus ostreatus*

La formación de las setas se debe a la agregación, compactación, ramificación, ensanchamiento, gelatinización y engrosamiento de la pared celular de las hifas del micelio; esto quiere decir, que el cuerpo fructífero está formado por hifas provenientes del micelio vegetativo y posteriormente se transforma en micelio reproductor. En cuanto a la posición de las hifas en el estípite de la seta, tanto en el tejido interno como en el externo, están acomodadas verticalmente, a diferencia de que las células llamadas basidiolos y cistodios. En la zona de la trama, las células son largas y corren longitudinalmente en el centro de la lámina desde el píleo hasta el borde de la misma (López, 1995). Figura 7 y 8.

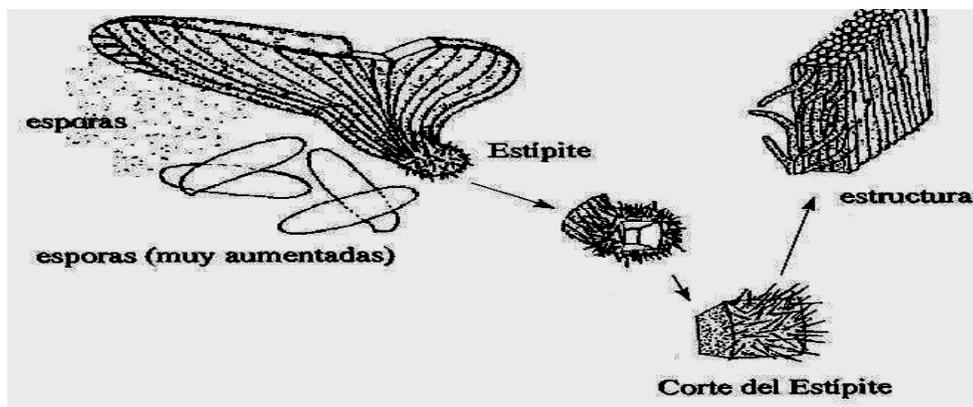


Figura 2.7 Estructura del estípite de la seta *Pleurotus ostreatus* (López, 1995).

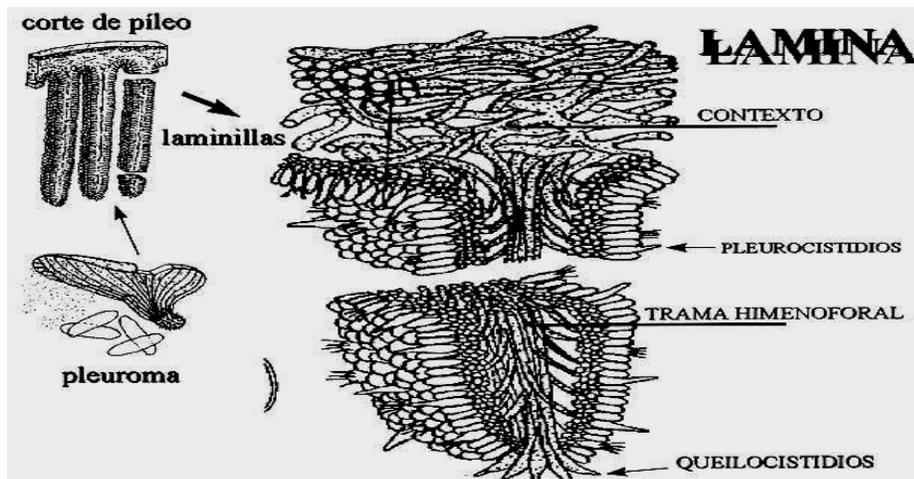


Figura 2.8 Estructura interna de la lámina del *Pleurotus o.* (López, 1995).

2.5 Importancia del *Pleurotus ostreatus*

Debido a que los hongos viven de la descomposición de la materia orgánica en sus distintas formas, incluyendo la basura, la hojarasca, troncos 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 los 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, ayudándose así mutuamente a elaborar los nutrientes (Guzmán y Martínez, 1985).

Pleurotus ostreatus causa un daño considerable en árboles de madera dura como es el haya, en este árbol actúa como un parásito y se le encuentra durante todo el año (Seymour, 1979).

2.5.1 Importancia medicinal

En la actualidad a través de las setas se siguen buscando alternativas para la cura de algunas enfermedades mortales, como el cáncer, la diabetes e incluso el SIDA, de cuyas investigaciones se ha obtenido que las setas desactivan virus, estimulan el sistema inmunológico, impiden la formación de coágulos en la sangre, previenen el cáncer en los animales y reduce el colesterol en la sangre. Las setas que han sido comprobadas para utilizarlas en la práctica alternativa de la medicina son: el Shiitake (*Lentinus edodes*), el Rishi (*Ganoderma lucidum*), entre otros. El *Pleurotus ostreatus* tiene importancia medicinal en que combate tumores en los animales (Cruz, 2000).

2.6 Producción mundial de los hongos comestibles

Chang S. T. 1993, citado por Padilla 1995, el cultivo de setas ocupó en 1990 el cuarto lugar de la producción mundial de hongos comestibles, detrás del Champiñón (*Agaricus bisporus*), Siitake (*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.

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 (Salomón, 1997).

2.6.1 Localización de la producción de hongos en el país

La producción comercial de hongos en México, se localiza en los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Michoacán, Guanajuato y Jalisco; siguiendo una franja geográfica que se extiende desde el centro de Veracruz, terminando hasta Michoacán. Algunos elementos que permitirán explicar la distribución de la producción de hongos comestibles en tal arreglo geográfico son: La tradición micófaga y la existencia de mercados regionales localizados; la presencia de climas propicios para los hongos; y la existencia de centros de investigación en varios estados antes mencionados, que han actuado como núcleos de difusión del conocimiento micológico (Villegas, 1996).

2.6.2 Producción nacional de *Pleurotus ostreatus*

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 ostreatus* conocidos en el mercado como Champiñón y Seta 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 54.8 toneladas diarias de hongos frescos (Rev. de Ciencia y Desarrollo, CONACyT. 1991).

2.6.3 La importancia del *Pleurotus ostreatus* en el mercado

Este hongo tiene diferentes presentaciones en el mercado como producto fresco; a granel o en pequeños contenedores de cartón o plástico. Se comercializa generalmente, en cuatro formas: en racimos, como setas seleccionadas grandes, pequeñas y como hongo de poca clase. En el mercado, el *Pleurotus* es considerado como un producto dirigido a la clase media y alta, debido fundamentalmente a su precio. En el medio rural, debido a su tradición micófila (en el sur del país), fácilmente adoptarían el producto si el precio fuera mas accesible o si ellos lo supieran producir (Villegas, 1996).

2.6.4 Valor nutritivo del *Pleurotus ostreatus*

En cuanto al valor nutritivo hay que mencionar 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 a demás del agua 0.2 a 0.3 gr. de grasas, 0.5 a 1 gr. de compuestos minerales (García, 1985).

El contenido de fibra dietética aproximado en los cuerpos fructíferos secos de esta seta es 11% de celulosa, 47% de fibra total y 28% de hemicelulosa. Además contiene 367 kilocalorías, 10% de proteína cruda, 81% de carbohidratos y 15% de cenizas (Andrade, 1995).

Cuadro 2.1 Valor nutricional de *Pleurotus ostreatus*.

VALOR NUTRICIONAL En peso seco	PORCIENTO
Grasa	1-2.2 % (principalmente ácido oleico: 56 %, palmítico 16% y esteárico 24 %)
Carbohidratos	55 al 81 %.
Proteínas	Se encuentra entre 10 y 30 % del peso seco.
Vitaminas	Tiamina (4,8 mg), por c/ 100 g de sustancia seca.
	Riboflavina (4,7 mg), por c/ 100 g de sustancia seca.
	Niacina (108 mg), por c/ 100 g de sustancia seca.
	Ácido ascorbico (144 mg), por c/ 100 g de sustancia seca.
Minerales	Potasio (3.790 mg), por c/ 100 g de peso seco.
	Fósforo (1.345 mg), por c/ 100 g de peso seco.
	Sodio (838 mg), por c/ 100 g de peso seco.

Fuente: López, A. y J. Alvarado, 1994.

2.7 Sustratos

El material sobre el cual el micelio crece es denominado “sustrato”. Las propiedades (físico-químico) de un sustrato determinan que hongos pueden crecer en él. Es importante mencionar que algunos hongos pueden usar un rango amplio de sustratos, mientras que otros son selectivos. La selectividad de un sustrato depende de los nutrientes, acidez, capacidad de aireación, contenido de agua, etc. disponibles en él (López, 1995).

2.7.1 Eficiencia biológica

Beltrán *et al.* 1995 y Naranjo 1995 coinciden en que el rendimiento de los sustratos, está en función del peso fresco de hongos por cada parte del peso seco del sustrato, esto es lo que se conoce como Eficiencia Biológica.

$$\text{Eficiencia Biológica (EB)} = \frac{\text{Peso del hongo fresco (PHF)}}{\text{Peso del sustrato seco (PSS)}} \times 100$$

2.7.2 Sustratos utilizados en México en el cultivo de *Pleurotus sp.*

Gaitán (1993) utilizó como sustrato el zacate búffel (*Cenchrus ciliaris*), viruta de encino (*Quercus sp.*) y bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*) en el hongo *Pleurotus djamour*. 1: Zacate buffel mas papel periódico (3:1) y se le agregó como suplemento 15 gramos de harina de trigo. 2: Zacate buffel se fermento durante 40 días y se le agregó 15 gramos de trigo. 3: Viruta de encino utilizando como suplemento 24 gramos de levadura, 22 gramos de harina de maíz, 9 gramos de fosfato de calcio. 4: Bagazo de enequén, mas como suplemento 15 gramos de nitrato de amonio. Las eficiencias biológicas fueron las siguientes:

$$T1 = 58.7\%. \quad T2 = 54.1\%. \quad T3 = 26\%. \quad T4 = 0\%$$

Téllez *et al.* (1991) citado por Rodríguez (1996) utilizaron los residuos de orégano en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* después de la destilación para la extracción de aceite esencial. La producción alcanzó una EB del 117.31%. La temperatura máxima durante el cultivo fue de 24°C con una mínima de 19°C.

Bautista *et al.* (1991) citado por Rodríguez (1996) utilizaron la vaina de frijol en el cultivo de *P. Ostreatus*, la eficiencia biológica fue de 75 % con un total de 3 cortes.

Burgos *et al.* (1993) citado por Rodríguez (1996) utilizaron el bagazo de henequen fermentado, en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* obteniendo una EB de 51.46%.

Bernabé *et al.* (1994) citado por Rodríguez (1996) se utilizaron como sustratos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, la cascara del fruto del cacahuate (*Arachis hipogaea*), la hoja seca de maíz (*Zea mays*) mezclándose con una relación de 2:1. La cascara de cacahuate logró una EB de 85.44%; la hoja seca de maíz obtuvo una EB de 144.85%.

Sobal *et al.* (1993) utilizaron rastrojo de haba, rastrojo de frijol y paja de cebada en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* con 2 cepas (CP-15 y CP-26). La Eficiencia Biológica en rastrojo de haba fue de 99.8% a 137.6%, de rastrojo de frijol fue de 113.5% a 118.0% y de 62.9% a 78.1% en la paja de cebada.

Martínez C. *et al.* (1990) citado por Gaitán (1993) elaboraron dos mezclas en proporciones 1:1 con bagazo de caña de azúcar mas paja de cebada y bagazo de caña con pulpa de café utilizando una cepa (CP-15). En la primera mezcla se obtuvo una eficiencia biológica del 65% con un total de dos cortes en la segunda mezcla la EB fue de 97% con un total de 4 cortes y en el bagazo de caña puro, la EB fue de 14.5% concluyendo que las mezclas fueron mejores que el bagazo de caña.

Morales P. (1987) cultivaron *Pleurotus ostreatus* utilizando pulpa de cardamo (*Elettaria cardamomum*) de la familia Zingibetaceae como sustrato, obteniendo una EB de 113.64% .

Guzmán Davalos (1990) utilizó bagazo del Agave tequilero como sustrato en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *P. ostreatus* variedad Florida, obteniendo una EB 60.2% en *P. ostreatus* y de la variedad Florida fue de 64.7% de EB.

Naranjo *et al.* (1995) usaron corteza de pino mezclado con paja de frijol en el cultivo de *Pleurotus* spp. mezclándolos en diferentes porcentajes mediante seis tratamientos. El T1: 100% de paja mas 0% de corteza, obteniendo una EB de 150%; en el T2 se mezclo 80% paja mas 20% corteza, resultando una EB de 128%; en el T3 se combino 60% de paja mas 40% de corteza, obteniendo una EB del 88%; en el T4 la mezcla fue de 40% paja mas 60% corteza, obteniendo una EB del 50%; el T5 la mezcla fue de 20% de paja y 80% de corteza obteniéndose así una EB de 18.4%; y por ultimo el T6 fue de 100% corteza resultando un 7.3% de EB. La producción de hongos frescos en este trabajo fue: T1: 900 gr. en cuatro cortes; T2: 877 gr. en cuatro cortes; T3: 587gr., T4 y T5: 320 gr. y 114 gr. respectivamente en 3 cortes; T6: 49 gr. en dos cortes.

Bernabé *et al.* (1993) citados por Rodríguez (1996) probaron la fibra del fruto de coco en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* mezclándose con pulpa de café en proporciones de 1:1 y 1:2, con diferentes periodos de fermentación; en la fibra de coco la EB fue de 80.6% para la proporción 1:1 la máxima EB fue de 120.5% a los 5 días de fermentación y para la proporción 1:2 la EB fue de 152% a los tres días de fermentación.

Martínez *et al.* (1990) obtuvieron una Eficiencia Biológica de 17.51% en pulpa de café considerándose como buena para la producción en especies de *Pleurotus*.

Cuadro 2.2. Eficiencias Biológicas que se han obtenido al probar diferentes tipos de sustratos en el cultivo de *Pleurotus spp.* en México.

Sustratos utilizados	Especie	Eficiencia Biológica %	Autor y año
Zacate buffel+periódico	<i>Pleurotus djamour</i>	58.7	Gaitan-Hernández, 1993
Zacate buffel fermentado	<i>Pleurotus djamour</i>	54.1	Gaitan-Hernández, 1993
Viruta de encino	<i>Pleurotus djamour</i>	26	Gaitan-Hernández, 1993
Vagazo de henequén+15gr. Nitrato de amonio	<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	Gaitan-Hernández, 1993
Residuos de oregano	<i>Pleurotus ostreatus</i>	117.31	Tellez <i>et al.</i> 1991
Vaina de frijol	<i>Pleurotus spp.</i>	75	Bautista <i>et al.</i> 1991
Cascara de cacahuete	<i>Pleurotus ostreatus</i>	85.44	Bernabé y Arzeta, 1994
Hojas secas de maíz	<i>Pleurotus ostreatus</i>	144.85	Bernabé y Arzeta, 1994
Vagazo de henequen	<i>Pleurotus ostreatus</i>	51.46	Burgos <i>et al.</i> 1993
Rastrojo de haba	<i>Pleurotus ostreatus</i>	99.8 a 137.6	Sobal <i>et al.</i> 1993
Rastrojo de frijol	<i>Pleurotus ostreatus</i>	113.5 a 118	Sobal <i>et al.</i> 1993
Paja de cebada	<i>Pleurotus ostreatus</i>	62.2 a 78.1	Sobal <i>et al.</i> 1993
Bagazo de caña de azúcar	<i>Pleurotus ostreatus</i>	14.15	Mertinez-Carrera, <i>et al.</i> 1990
Pulpa de cardamo (Elettaria)	<i>Pleurotus ostreatus</i>	113.64	Morales <i>et al.</i> 1987
Bagazo de agave tequilero	<i>Pleurotus ostreatus</i>	60.2	Guzmán-Davalos, 1987
Corteza de pino	<i>Pleurotus ostreatus</i>	7.3	Nranjo-Jimenez <i>et al.</i> 1998
Fibra de coco	<i>Pleurotus ostreatus</i>	80.6	Bernabé <i>et al.</i> 1993
Pulpa de café	<i>Pleurotus spp.</i>	17.51	Martinez-Carrera <i>et al.</i> 1993

2.8 Descripción de los sustratos utilizados

2.8.1 La Maromera (*Salsola Kali*)

La maromera pertenece a la familia de centrospermas del suborden de las quenopodineas, de flores hermafroditas o unisexuales (Font-Quer, 1979).

Es una hierba anual, de mas de un metro de alto, algo pubescente, tallos estriados, densamente ramificado, tiene hojas con el ápice puntiagudo y llegan a ser punzantes cuando se seca. Esta planta tolera la sequía, pastoreo, calor extremo, suelos pobres también tolera salinidad y el alto pH. Cuenta con el siguiente cromosoma $2n = 36$. La distribución de la maromera es una maleza nativa de Rusia, introducida a Norteamérica en el siglo pasado, habita en porciones de Canadá, Estados Unidos y se extiende hasta el centro de México. A la maromera también se le conoce como abrojo ruso, cardo ruso, voladora, rodadora, bruja o retama (Rzedowski, 1988).

Las plantas maromeras *Salsola kali* son invasoras iniciales comunes de los campos viejos o abandonados. La agricultura, el fuego y el sobrepastoreo son los factores mas importante que producen este tipo de disturbios llamados sucesiones secundarias (Font-Quer, 1979).

La *Salsola kali* en estado joven presenta las hojas suculentas y en esa etapa es pastoreada por el ganado y los ovinos hasta que la planta se vuelve tosca y espinosa. Por muchos años esta planta ha sido utilizada, según datos de la Estación Experimental Agrícola de Kansas, como pastora y forraje durante los tiempos de sequía y escasez de alimento. El contenido de proteína es de 9.25% y 15.65% de cenizas que dio como resultado del análisis químico, es mas alto comparado con otras plantas forrajeras toscas no leguminosas, pero el extracto etéreo es muy bajo, al igual que la fibra cruda (Font-Quer, 1979) Figura 9.

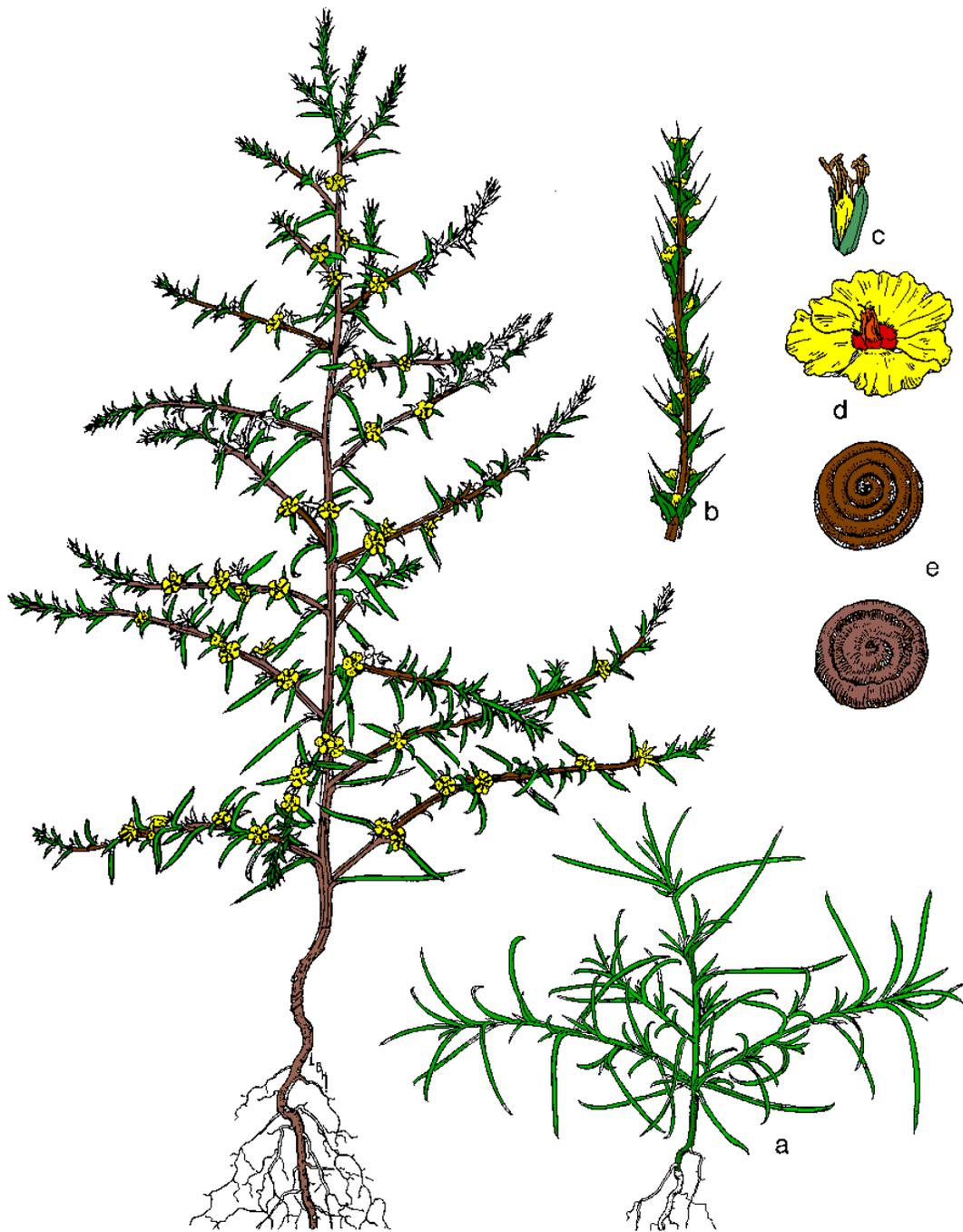


Figura 2.9 *Salsola kali* L.

A. *Planta completa.*

B. *Parte de la planta con flores.*

C. *Flor.*

D. *Fruto.*

E. *Semillas.*

2.8.2 Trigo (*Triticum aestivum*)

El trigo, (Figura 10) es el cereal mas extendido sobre nuestro planeta con aproximadamente 240 millones de hectáreas, y aun cuando potencialmente el maíz rinde mas que el trigo, también este ultimo ocupa el primer lugar en producción con 425 millones de toneladas. La composición química se menciona en el (Cuadro 2.2). (Hanson *et al.*, 1985)

Raíz. El sistema radicular del trigo, es fibroso, cuando la semilla germina, emite la plúmula que dará origen a la parte aérea de la planta, y emite también la radícula como raíz primaria o seminal, seguida por un sistema de raíces secundarias que surgen de los nudos inferiores “corona”.

Tallo. Los tallos del trigo, son visiblemente fraccionados por nudos y entrenudos; los nudos son sólidos y constituyen la conexión vascular de las hojas con el tallo, los entrenudos son huecos, excepto en casos pocos comunes en los que se han desarrollado trigos con tallo sólido por ejemplo cuando de ha buscado tolerancia a la mosca Hessiana.

Macollamiento. El macollamiento o amacollamiento consiste en el desarrollo de los hijuelos o tallos secundarios, terciarios, etc., a partir de los nudos subterráneos “la corona”. El macollamiento en cereales de grano pequeño es una característica deseable ya que los macollos pueden también producir espigas o panículas y por lo tanto incrementar el rendimiento con una considerable reducción de la densidad de siembra.

Cuadro 2.2 Composición química del trigo.

Planta	Agua	Materia seca	Proteínas	Grasas	Celulosa	Cenizas
Trigo	12-15	85-86	0.81-0.83	1.2-1.3	19.8-20.06	4.1-4.9

Fuente: Baudilio, J. 1974.

Hoja. Las hojas surgen alternativamente en los nudos de los tallos; la hoja esta compuesta por la vaina, limbo, lígula, el cuello y las aurículas. La vaina envuelve parcialmente el tallo por encima del nudo; el limbo es paralelinerve

y típicamente plano, estrecho y por la forma de su ápice lanceolado; las aurículas parten del cuello (donde se unen la vaina y el limbo).

Inflorescencia. La inflorescencia del trigo es una espiga formada por espiguillas dispuestas en forma alternada sobre un eje central denominada ráquis. Las espiguillas contienen de dos a cinco florecillas que posteriormente darán lugar al grano el cual queda inserto entre la lema o cubierta externa del grano que en la mayoría de los casos presenta una prolongación conocida como barba o arista, y palea o envoltura mas unida al grano; las florecillas laterales de cada espiguilla tienen además una tercera cubierta llamada gluma.

Fruto. Se desarrolla después de la polinización y alcanza su tamaño normal en los siguientes 30 a 45 días. El fruto es un cariopside de forma ovalada con una sutura o pliegue en la parte ventral, en un extremo lleva el germen o embrión y en el otro una pubescencia llamada generalmente brocha o mechón.



Figura 2.10 La planta de trigo *Triticum aestivum*

2.8.3 Sorgo (*Sorghum vulgare*)

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. La especie es el *Sorghum vulgare*, el sorgo tiene una altura de 1 a 2 metros. Tiene inflorescencias en panojas y semillas de 3 mm, esféricas y oblongas, de color negro, rojizo y amarillento. Tiene un sistema radicular que puede llegar en terrenos permeables a 2 m de profundidad. Las flores tienen estambres y pistilos, pero se han encontrado en Sudán sorgos dioicos.

El sorgo se utiliza para producir grano que sirve para la alimentación del ganado, y también para el forraje. Análisis químico de la planta del sorgo como se muestra en el (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Composición química del sorgo.

Planta	Materia seca	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Ceniza	Celulosa	Lignina
Sorgo	24.25%	5.4 %	4.4 %	27.3 %	8.07%	29.0 %	16.0 %

Fuente: Norquist y Rumery 1967.

Exigencias del cultivo.

Las exigencias en calor del sorgo para grano son más elevadas que las de maíz. Para germinar necesita una temperatura de 12 a 13° C, por lo que su siembra ha de hacerse de 3 a 4 semanas después del maíz. El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15° C, situándose el óptimo hacia los 32° C.

Al principio de su desarrollo, el sorgo soporta las bajas temperaturas de forma parecida al maíz, y su sensibilidad en el otoño es también comparable. Los descensos de temperatura en el momento de la floración pueden reducir el rendimiento del grano. Por el contrario, el sorgo resiste mucho mejor que el maíz las altas temperaturas. Si el suelo es suficientemente fresco no se comprueba corrimiento de flores con los fuertes calores.

El sorgo resiste la sequía más que el maíz. Es capaz de sufrir sequía durante un periodo de tiempo bastante largo, y reemprender su crecimiento más adelante cuando cesa la sequía. Por otra parte, necesita menos cantidad de agua que el maíz para formar un kilogramo de materia seca.

Se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico, lo que aumenta el contenido en sacarosa de tallos y hojas, prefiere suelos sanos, profundos, no demasiado pesados y soporta algo la sal.



Figura 2.11 La planta de sorgo *Sorghum vulgare*

2.8.4 Descripción del Maíz (*Zea mays*)

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí. La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

Tallo. El tallo es simple erecto, de variable altura, es robusto y sin ramificaciones.

Inflorescencia. El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina presenta una coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos.

Hojas. Las hojas son largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades.

Raíces. Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

Análisis químico de la planta de Maíz (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4 Composición química de maíz.

Planta	Materia seca	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Ceniza	Fracción no proteica
Maíz	36.10 %	8.34 %	3.52 %	26.4 %	5.61%	Menos de 56.1 %

Fuente: Norquist y Rumery 1967.

Requerimientos del cultivo

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo. El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan.

También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. La siembra se puede realizar a golpes, en surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm.



Figura 2.12 La planta de Maíz *Zea mays*

2.9 Preparación de los sustratos

2.9.1 Pasteurización

La forma de pasteurizar es sumergir la bolsa con el sustrato en agua calentada de 80 a 90°C (cuando el agua empiece a producir burbujas) durante 15 minutos, haciendo un movimiento de sacar y meter la bolsa con la finalidad de que se lave la paja y se le desprendan las sustancias nocivas de la superficie; y posteriormente a esta actividad, se sacan las bolsas del agua caliente y se sumerge en agua a la temperatura ambiental (López, 1995)

El sustrato se sumerge en agua a 80°C durante 30 a 40 minutos (Chang y Miles, 1989; citado por Velázquez, 1995).

Es el proceso mas importante y tardado a que se sometió el sustrato y consiste en sumergir en agua caliente a una temperatura de 100°C durante 90 a 120 minutos, para matar insectos, bacterias, hongos, parásitos, semillas, etc. que pueda contener y luego podría aparecer en el cultivo (García, 1998).

2.9.2 Inoculación

Después de la pasteurización del sustrato se procede a la inoculación; se debe tener mucho cuidado de no inocular el sustrato caliente, el exceso de calor mata el micelio (Beltran *et al.*, 1995).

La siembra consiste en mezclar el micelio con el sustrato ya preparado, del modo mas uniforme posible, tratar de no frotar los granos ni restregarlos para desmenuzar el conjunto totalmente, pues se corre el riesgo de destruir el micelio (García, 1976).

La cantidad de semilla que se inocula, va de acuerdo con el peso húmedo del sustrato y es del 2 al 5%, o del 8 al 20% del peso seco (Beltran *et al.*, 1995)

2.9.3 Incubación

La incubación y expansión del micelio dura de 10 a 20 días, manteniéndolo en un local adecuado de 18 a 20° C y sacarlo después de estos días al área de fructificación (García, 1976).

El hongo inicia su crecimiento durante las primeras 24 horas , crece poco porque se tiene que adaptar y empezara un crecimiento acelerado durante las 48 horas. A los 3 días se pueden reconocer los signos de expansión y son los siguientes: Hay un avance inicial claro y vigoroso del micelio sobre el sustrato; el sustrato adopta un color blanco y un olor agradable (Beltrán *et al*, 1995).

2.9.4 Fructificación

Es el periodo de transición entre el desarrollo del micelio y la producción de cuerpos fructíferos, en este fase, el sustrato ya presenta agregados miceliales, que son el inicio de los de los cuerpos fructíferos. Primero se forman puntos de crecimiento del micelio, después aumenta de tamaño hasta que se reconocen claramente como cabezas de alfiler. En este momento termina el periodo de inducción y el cuerpo fructífero empieza a crecer (Beltrán *et al*, 1995).

De 14 a 22 días de la siembra, los primordios empieza a aparecer, entonces se quita la bolsa para dar lugar a la fructificación; si esta practica no se lleva a cabo los primordios se dañan al salir (Quimio *et al*, 1990), después los cuerpos fructíferos se desarrollan en un periodo de 4 a 7 días (Avila, 1997).

En cuanto al riego de los sustratos, ha de ser suficiente para que permanezcan húmedos (70 a 75% de humedad), el exceso puede favorecer el ataque de bacterias como la *Pseudomona sp*. Las gotas de agua deben ser lo mas finas posible y si se riega cuando las setas están creciendo, dejar entrar mas aire fresco para que se sequen las gotas que hayan caído sobre los sombreros, la luz es necesario para que el hongo crezca uniforme y tiene que ser de 8 a 12 horas diarias (García, 1998).

2.9.5 La cosecha.

Para recoger las setas, deben tener el sombrero bien abierto, pero todavía convexo; se hacen en grupos, sin afectar el micelio. Se utiliza una navaja o cuchillo de buen filo y delgado (García, 1998).

2.10 Plagas y Enfermedades del *Pleurotus ostreatus*

Colémbolos. Son insectos diminutos sin alas que forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en la carne de los hongos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas. Destaca la especie *Hypogastrura armata*. Figura 13.

Dípteros. El daño lo causan sus larvas que se comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros.

Destacan algunas especies de mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas del género *Megaselia*. Figura 13.

Para el control de colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse distintos insecticidas: diazinón o malatión en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con endosulfán o diclorvos, etc.

Telaraña. Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. El más conocido es el *Dactylium dandroides*. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento parduscos, y se acelera su descomposición. Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación. Para su control se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2% o soluciones de benomyl las zonas afectadas. También se puede emplear zineb, mancozeb, carbendazin o thiabendazol. Figura 13.

Pseudomonas. Esta bacteria con nombre *P. fluorescens* ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo-pardusco o anaranjado, acaban pegajosos y si la temperatura y humedad son altas, se pudren pronto y huelen mal. Para su control se aconseja procurar evitar el exceso de humedad, la adición de sustancias nitrogenadas y el calor. Se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, solución de formalina al 0,2 a 0,3%, formol u otros productos, Figura 13.



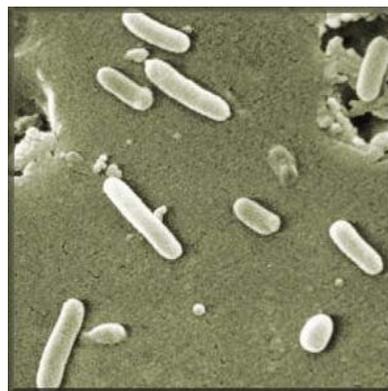
Hypogastrura armata



Lycoriella spp.



Daño por Dactylium dandroides



Pseudomonas tolaasii

Figura 2.13 Plagas y enfermedades que se pueden presentar en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Fuente : García, R. 1978.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción de las instalaciones.

El presente experimento se llevo a cabo en una de las instalaciones de Agrotecnia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En Buenavista, Saltillo, Coahuila el cual se ubica a los 25° 21' 03" N y 101° 01' 34" W con 1805 msnm. (CENTENAL, 1977).

Las características son las siguientes: El cuarto de incubación tiene una área de 4X4 m, esta bien cerrado para evitar el paso de los insectos o contaminación de otro hongo parásito, también permite el desarrollo miceliar a estas condiciones.

El cuarto para la fructificación tiene las siguientes características, el cuarto es de 3X4 m, ventanas con protección de malla contra insectos y así pueda entrar aire natural y luz, facilitando tener mas control en humedad, temperatura y aire.

3.2 Material Genético

El material utilizado para este trabajo de investigación es el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Otros **materiales** fueron bolsas de hule de 20x40 cm, ligas, guantes, cubrebocas, alcohol, pinol, tina, bernier, cerillos, mechero, cloralex.

3.3 Tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos y la paja de trigo como testigo, un total de 6 tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento.

Los tratamientos fueron utilizados como se indica:

Cuadro 3.1 Proporciones de sustratos en los tratamientos establecidos en el trabajo experimental.

Sustratos	Tratamiento 1 Trigo (Testigo)	Tratamiento 2 Rastrojo	Tratamiento 3 Olote	Tratamiento 4 RasXOlote	Tratamiento 5 Sorgo	Tratamiento 6 Maroma
1- Trigo	100%	-----	-----	-----	-----	-----
2- Maíz	-----	100%	-----	50%	-----	-----
3- Olote	-----	-----	100%	50%	-----	-----
4- Maroma	-----	-----	-----	-----	-----	100%
5- Sorgo	-----	-----	-----	-----	100%	-----
Total %	T₁100%	T₂100%	T₃100%	T₄100%	T₅100%	T₆100%

3.4 Variables evaluadas

- I. El diámetro del sombrero en centímetros de cada tratamiento.
Para determinar el diámetro de sombrero del hongo de cada una de las 5 repeticiones por tratamientos realizadas, se tomaron al azar 5 hongos, se midió el diámetro del Píleo con un bernier.
- II. El diámetro del pie en centímetros de cada tratamiento.
Para medir esta variable, se siguió el mismo procedimiento que el anterior, utilizando los mismos hongos y con el bernier se hizo las mediciones.

- III. El peso total de hongos de cada tratamiento, en gramos.
Para obtener el peso del hongo, en cada cosecha que se realizó, se pesó utilizándose una balanza granataria, se hicieron tres cosechas de cada tratamiento.
- IV. Numero total de hongos en cada tratamiento.
En cada cosecha que se realizó, se contaron los hongos de cada repetición en cada tratamiento, para así obtener un total de hongos.
- V. La Eficiencia Biológica de cada tratamiento.
Para calcular la Eficiencia Biológica (EB) se utilizó el siguiente procedimiento; el peso fresco del hongo entre el peso seco del sustrato el resultado se multiplica por 100 para obtener en porciento.

3.5 Análisis estadístico.

Para la evaluación de los parámetros, se realizó un análisis de varianza con un arreglo completamente al azar para cada tratamiento. Posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias, para aquellas variables que presentaron diferencias significativas, utilizando la prueba de TUKEY al 0.05 y 0.01. (Steel and Torrie. 1985)

3.6 Modelo Completamente al azar

$$Y_{ij} = M + T_i + \sum ij, \quad \text{donde:}$$

Y_{ij} = Dato del i-ésimo tratamiento en su j-ésima repetición

M = Efecto de la media poblacional.

T_i = Efecto i-ésimo tratamiento.

$\sum ij$ = Efecto del error experimental.

Cuadro 3.2 Cuadro para el análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	FC
Tratamiento	t-1	SCT	CMt	CMt/CME
Error	n-t	SCE	CME	
Total	n-1	SCT		

Donde:

- t = Numero de tratamientos.
- n = Numero de unidad experimental.
- FV = Fuente de variación
- GL= Grados de libertad.
- CM= Cuadrados medios.

3.7 Procedimiento

Preparación del sustrato.

Todos los tratamientos de cada sustrato se pesaron en seco, ejemplo la paja de trigo se tomó 100 gramos en seco y posteriormente se humedeció, y tuvo 392 gramos de peso húmedo.

Fase de Pasteurización.

Se pusieron los sustratos en arpilleras para la pasteurización, se utilizó una tina para calentar el agua a una temperatura de 80 a 100°C, posteriormente las arpillas con sustrato dentro de ellas, se sumergieron por una hora y media a 2 horas. Después de la pasteurización se deja escurrir o drenar y enfriar los sustratos, hasta que tenga la temperatura ambiente (Martínez *et al.* 1990)

Siembra del micelio.

La cepa que se usó en este experimento fue del *Pleurotus ostreatus*, activada en grano de trigo, obtenida en el laboratorio de biotecnología de Agrotecnia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro "UAAAN", Buenavista Saltillo, Coahuila, Mex.



Figura 3.1 Micelio de *Pleurotus ostreatus*.

La cantidad de micelio que se utilizaron por bolsa de 2 kilogramos de sustrato fue de 200 gramos, en total se necesitaron 6000 gramos de micelio.

La siembra se realizo de la siguiente forma; en cada capa de sustrato se le agrega un 20% del micelio en cada bolsa y cada bolsa tiene 5 capas.

Fase de Incubación.

Los tratamientos de cada sustrato, una vez que ya se inoculó se pasó a la sala de incubación. Para que el micelio se desarrolle la sala debe estar a una temperatura óptima de 25° C, aunque tolera un rango de 18 a 27°C. A los 15-20 días el micelio invadió totalmente el sustrato.

Durante esta etapa el cuarto permaneció a oscuras para que el micelio se propague. Una vez colonizados los tratamientos, se les quitó el plástico y se trasladaron a la sala o cuarto de fructificación.

Fase de Fructificación.

Cuando los sustratos ya estaban bien colonizados por el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* se pasó a la sala de fructificación, los tratamientos de los sustratos se apilaron de forma que las superficies expuestas al aire sean las mejores y queden verticales. Se daban riegos frecuentes pero no excesivos para evitar el desarrollo de enfermedades y propagación de otros hongos.

Fase de Cosecha.

La cosecha se realizó con cuidado, ya que se pueden dañar muy fácilmente a los hongos jóvenes e inclusive el micelio; para el corte del hongo *Pleurotus ostreatus* se utilizó un bisturí, para las medidas del diámetro del sombrero y tallo se utilizó un vernier graduado en centímetros; y para el peso del mismo se utilizó una balanza granataria. Se realizaron tres cosechas en cada tratamiento y se cosechaban aproximadamente cada 10 días.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis de varianza

En el cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas; obtenidos en el análisis de varianza. Para la variable diámetro de sombrero no se encontró significancia entre tratamientos; sin embargo para diámetro de pie y peso total de hongos, se observó significancia entre tratamientos al 0.05 de probabilidad; mientras que para numero de hongos no mostró significancia entre tratamientos y en la variable Eficiencia Biológica es altamente significativa entre tratamientos.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables bajo estudio.

FV	G.L.	VARIABLES EVALUADAS				
		DS (cm)	DP (cm)	PH	NH	EB
Tratamientos	5	0.27 NS	3.37 *	2.66 *	1.41 NS	7.27 **
Error	24	0.021627	0.002387	0.01276	0.014720	8.675
CV %		5.29	4.02	4.29	7.84	13.17

* = Significativo.

** = Altamente significativo.

DP = Diámetro de pie.

DS = Diámetro de sombrero.

PH = Peso de hongo.

NH = Numero de hongos.

EB = Eficiencia biológica.

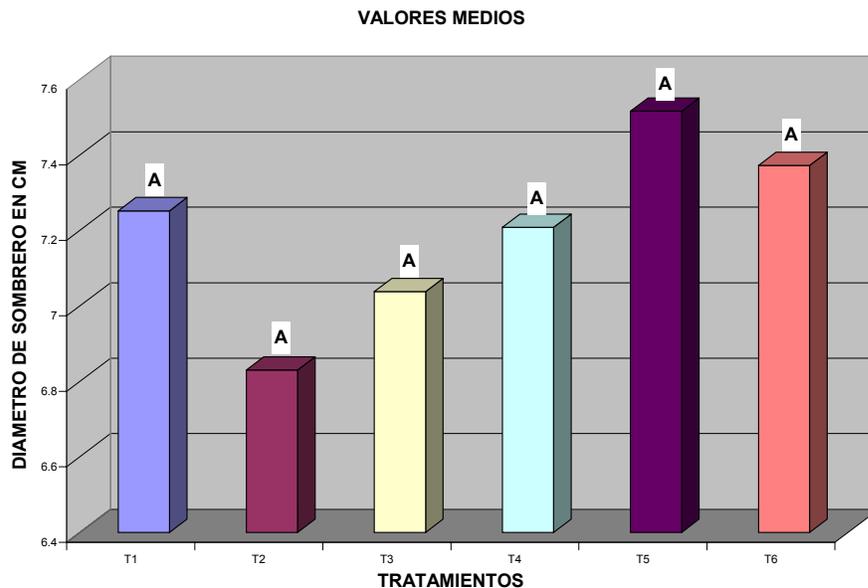
CV = Coeficiente de variación.

NS. = No significativo.

4.2 Comparación de Medias

En el cuadro 4.3. se presenta la comparación de medias que se realizó con la prueba de TUKEY, de cada tratamiento, donde se observó que para diámetro de sombrero estadísticamente son iguales, este nos indica que no hay diferencia entre tratamientos; sin embargo podemos observar que para el tratamiento numero 5 que corresponde al Sorgo como el mejor, con una media de 7.52 cm; mientras que el tratamiento 2 que es el rastrojo de maíz, es el que obtuvo una media mas baja, obteniendo un valor de 6.83 cm de diámetro de sombrero (gráfica 4.1).

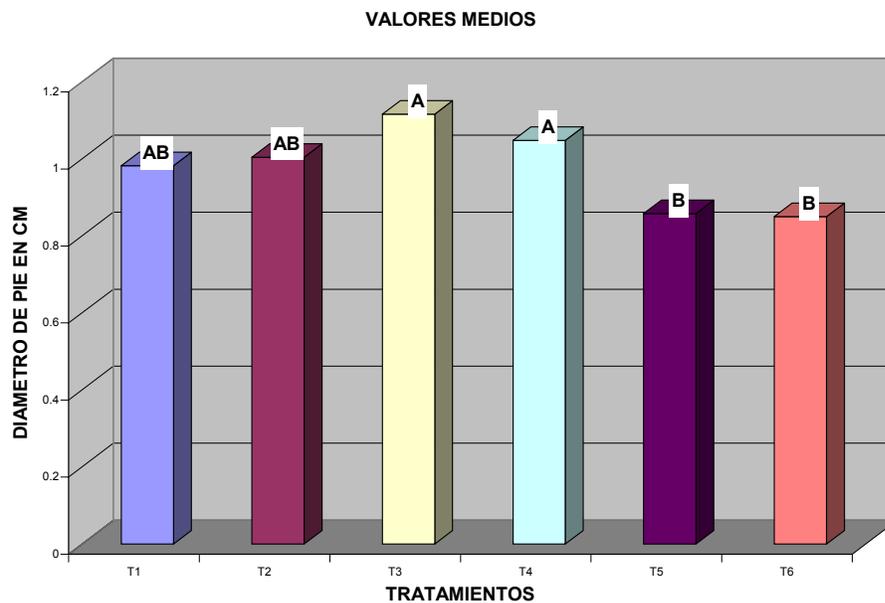
Beltran *et al.* (1995) menciona que la falta de luz provoca un adelgazamiento del pie y pileo reducido; por la igualdad de los tratamientos podemos decir que las condiciones de luz fueron iguales para todos los sustratos.



Gráfica 4.1 Valores medios del diámetro de sombrero o pileo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

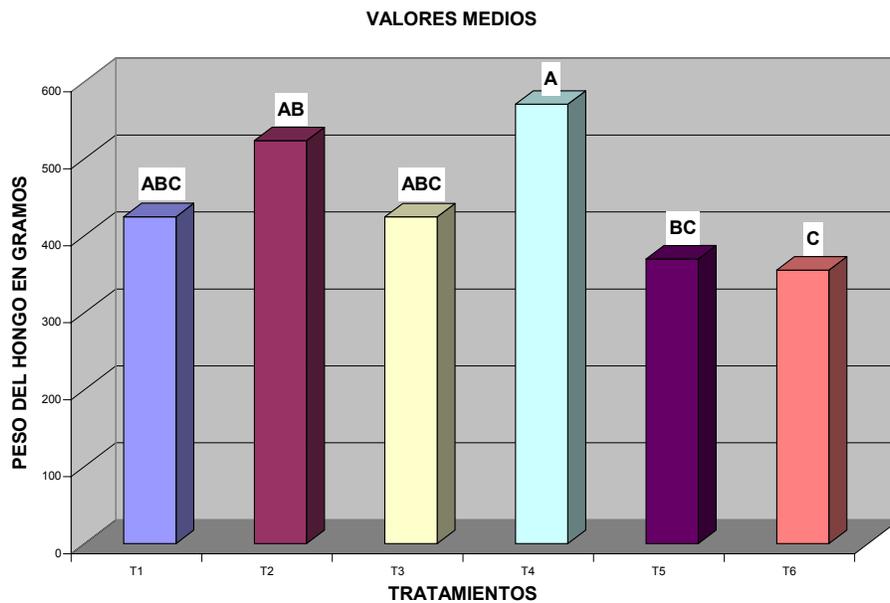
Para diámetro de pié se obtuvieron significancia entre tratamientos, mostrándose diferencias entre tratamientos A y B. Dentro del análisis que corresponde al nivel de significancia **A** tenemos los T₁, T₂, T₃ y T₄ que corresponde al trigo, rastrojo de maíz, olote de maíz y la mezcla rastrojo mas olote sucesivamente, estadísticamente estos tratamientos son iguales, sin embargo en este nivel el tratamiento 3 fue el mejor obteniendo una media de 1.12 cm y dentro de la significancia del nivel **B** tenemos los T₅ y T₆ que corresponde a los sustratos sorgo y maromera, que presentaron medias mas bajas, siendo el T₆ el menor de todos con una media de 0.85 cm de diámetro de pie.

Para el buen desarrollo del hongo, tanto el estípite como el píleo es muy necesario la humedad y aireación del sustrato; de acuerdo a los resultados obtenidos el que mejor cubría estas condiciones de humedad y una buena aireación, son los sustratos olote y la mezcla olote mas rastrojo (gráfica 4.2).



Gráfica 4.2. Valores medios del diámetro de pié o estípite de *Pleurotus ostreatus*.

Para el Peso total de hongos de cada tratamiento, muestra 3 niveles de significancia (**A**, **B** y **C**), el mejor es el T₄ que corresponde a la mezcla rastrojo mas olote con un valor media de 570.56 gr. y el tratamiento 6 es el que obtuvo un valor inferior que todos con una media de 355.10 gr. (cuadro 4.3 y gráfica 4.3).



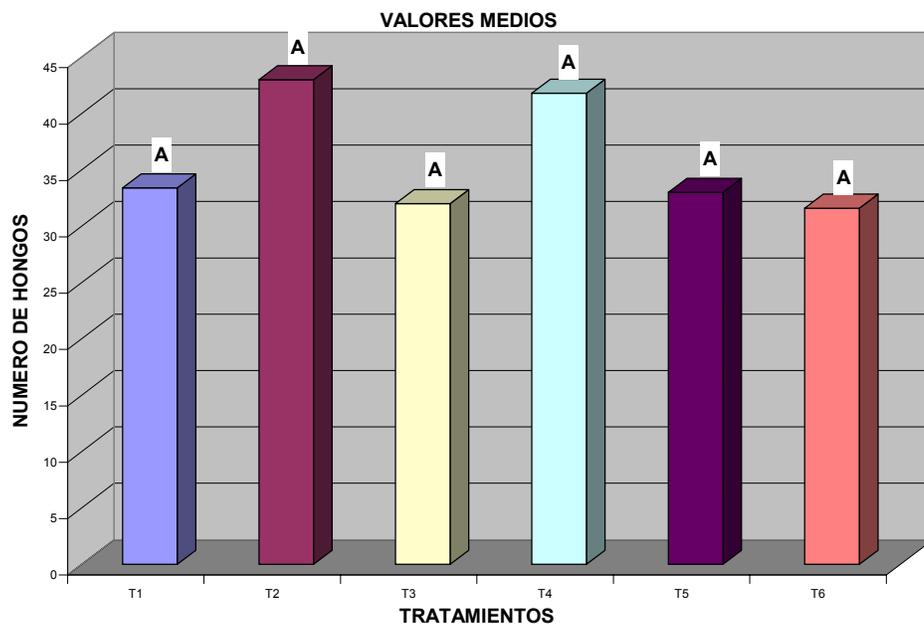
Gráfica 4.3. Valores medios de los pesos totales de hongos de cada tratamiento.

Cuadro 4.2. Los pesos de cada cosecha de hongos que se realizó durante las tres cortes.

Cosechas	1 ^{er} cosecha	2 ^{da} cosecha	3 ^{er} cosecha	Σ	Media
T ₁ (Trigo)	1080 gr.	614 gr.	429 gr.	2123 gr.	707.67gr.
T ₂ (Rastrojo)	978 gr.	1173 gr.	466 gr.	2617 gr.	872.33gr.
T ₃ (Olote)	703 gr.	1008 gr.	411 gr.	2122 gr.	707.33gr.
T ₄ (Rastr+Olote)	1372 gr.	1024 gr.	457.9 gr.	2854 gr.	951.30gr.
T ₅ (Sorgo)	742 gr.	453 gr.	655 gr.	1850 gr.	616.67gr.
T ₆ (Maromera)	629 gr.	410 gr.	737 gr.	1776 gr.	592.00gr.

De igual manera se observa que en el tratamiento 4 que corresponde a la mezcla de rastrojo mas olote obtuvo mayor peso en cada cosecha. Lo que podemos concluir que el rastrojo contiene mas nutrientes y fácil asimilable para los hongos, como es el nitrógeno y carbono e igual el olote tiene la misma concentración de nutrientes.

Para el caso de numero de hongos en la prueba de medias no hubo significancia, lo cual indica que estadísticamente son iguales, sin embargo el T₂ que corresponde al rastrojo, presentó el mayor numero de hongos con una media de 43 hongos y el tratamiento 6 que corresponde a la maromera es el que presentó una media de 32 hongos inferior de todos (gráfica 4.4)



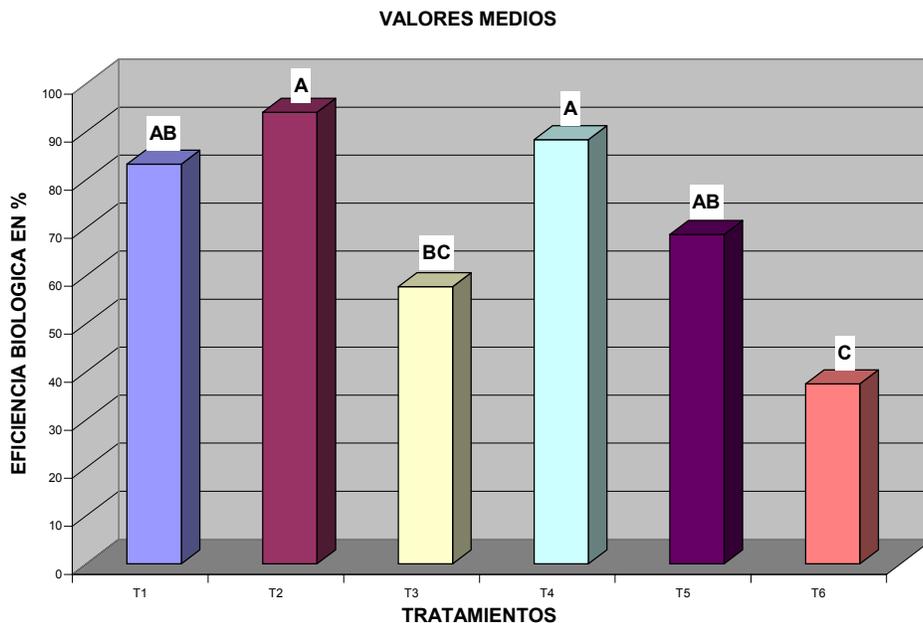
Gráfica 4.4. Valores medios de oleadas de *Pleurotus ostreatus*.

Por la igualdad de los resultados obtenidos, se concluye que el manejo que tuvo fue adecuada y uniforme para todos y que tampoco los nutrientes no influyeron para este.

Sin embargo para la eficiencia biológica hubo tres niveles de significancia; en el primer nivel que es **A** se encuentra el T₁, T₂, T₄ y T₅ que corresponde al

trigo, rastrojo de maíz, rastrojo+olote y sorgo así sucesivamente; en el nivel **B** esta el tratamiento 3 que corresponde al olote y en el nivel **C** se encuentra el tratamiento 6 que corresponde a la maromera. El tratamiento 2 es el que presentó mejor Eficiencia Biológica con un promedio de 94.03% y el de menor Eficiencia Biológica fue el Tratamiento 6 con un 37.49% (Gráfica 4.5)

El rendimiento de los tratamientos no fue igual; por lo que la EB es altamente significativa, posiblemente influyeron el numero de hongos, el peso del mismo, entre mayor peso y numero de hongos mayor Eficiencia Biológica.



Gráfica 4.5. Eficiencia Biológica de cada tratamiento.

La maromera (*Salsola kali*) no han hecho pruebas en la producción de *Pleurotus* spp. por lo que es importante comparar con los demás sustratos, para este sustrato, en EB supera a los sustratos viruta de encino y otros (ver Cuadro 2.2).

Cuadro 4.3. Comparación de medias de cada tratamiento con las variables evaluadas.

Tratamientos	COMPARACIÓN DE MEDIAS				
	Variables				
	Ø de Píleo	Ø de Píe	Peso-Hongos	No. Hongos	E.B. %
T1	7.25 A	0.98 AB	424.48 ABC	33.4 A	83.20 AB
T2	6.83 A	1.00 AB	523.42 AB	43.0 A	94.03 A
T3	7.04 A	1.12 A	424.40 ABC	32.0 A	57.72 BC
T4	7.21 A	1.05 A	570.56 A	41.8 A	88.33 A
T5	7.52 A	0.86 B	369.69 BC	33.0 A	68.55 AB
T6	7.37 A	0.85 B	355.10 C	31.6 A	37.49 C
C.V.%	5.29	4.02	4.29	7.84	13.17

Donde:

T1 = Trigo (Testigo).

T2= Rastrojo de maíz.

T3= Olote de maíz.

T4= Rastrojo X Olote.

T5= Sorgo

T6= Maromera.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron diferentes Eficiencias Biológicas, debido a que tienen diferentes concentraciones de azúcares y eso hace que los sustratos se comporten en los rendimientos diferentes, cumpliendo con el primer objetivo.

De acuerdo al sustrato evaluado, los hongos se comportan diferente, ya que en unos el estípite del hongo es diferente y en otros el píleo se desarrolla mejor; entre mayor población de hongos la longitud de estípite sale afectada, presentándose lo contrario cuando es de menor densidad, así el pie y sombrero presentándose de mayor calidad.

En relación a las hipótesis planteadas se acepta la hipótesis alternativa debido al comportamiento, ya que todos presentaron diferente la Eficiencia Biológica, desechando la hipótesis nula.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, M. 1995. Evaluación de sustratos para la producción del hongo comestible Shiitake (*Lentinus edodes*). Memorias III Nacional sobre utilización de Encinos, Nuevo Leon. Publicación Especial No. 15, T.II: 715:728. ISSN-0185-6332. México.
- Avila, R. 1997. Evaluación financiera de una planta rural de setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*) diseñada bajo tecnología ambiental en el sur de Jalisco, México. Tesis profesional Chapingo, México.
- Baudilio, J., 1974. Forrajes, Fertilizantes y Valor nutritivo. Editorial AEDOS, Barcelona, España.
- Beltrán, V. *et al.* 1995. Producción comercial de setas (*Pleurotus* spp.). Manual de setas y champiñones, S. A. de C. V. México.
- Cruz Hernández, 2000. El poder curativo de los Hongos. Edición Selector, México.
- Deacon, J. 1990. Introducción a la Micología Moderna. Ed. Limusa-Noriega. México.
- Diego, F. 1979. Setas. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- Font-Quer, P. 1979. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, S.A. España.
- Gaitán, Hernández, R. 1993. Cultivo de *Pleurotus djamour* en Zacate buffel, viruta de encino y bagazo de henequen. Reporte Científico especial No. 13: 111-115 pp (UANL-Linares, México).

- García, R. 1976. Hongos de la madera. Ministerio de agricultura. Madrid España.
- García Rollán. 1985. Nuevas técnicas de cultivo del *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras No. 8. Madrid España.
- García, R, 1998. Cultivo de setas y trufas. 3era. Edición. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- García, R. 1978. Plagas y enfermedades del champiñón y de las setas. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- Guzmán Davalos, et al. 1990. El cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* sobre el bagazo del maguey de la industria tequilera. (Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara; Zapopan, Jalisco, Mex.) Revista Mexicana de Micología. No. 3 pp 47-49.
- Guzmán G. 1980. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes. Edición Limusa. México.
- Guzmán Gastón y Martínez Carrera, D. 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. Revista Ciencia y Desarrollo. (95): 41-48.
- Lizan, R. 1967. Identificación de hongos comestibles. Madrid, España.
- López, R. A.1995. Cultivo de setas. Centro de Genética de Forestal. Universidad Veracruzana, Xalapa Ver. México.

- López, A. y J. Alvarado, 1994. El Valor Nutritivo de los Hongos. Notas Técnicas No. 15. Universidad Veracruzana, Centro de Genética Forestal. Xalapa, Veracruz, Mex.
- Martínez, Carrera, D.; Morales, P.; Sobal, M. 1990. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*, sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café y paja de cebada. *Micología Neotropical Aplicada*, No. 3 p 49-52. (CEICADAR, Puebla, Pue. México.)
- Morales, P. 1987. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de cárdamo. INIREB, Xalapa, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Micología*. No. 3 p71-73.
- Naranjo, J., *et al.* 1995. Cultivo de hongos comestibles. Parte II. Crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*, en mezclas de paja de frijol con de Agave mezcalero. UBAMARI. *Revista hispanoamericana de ciencia y tecnología*. Vol. 11 (36): 31-33. IPN-Durango, México.
- Nordquist, P. and Rumery, M. 1967. Corn and Sorghum silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 50, 115-1261.
- Padilla Camberos, E. 1995. Agricultura para el productor diversificado. Nov-Dic. No. 37. *Revista Ciencia y Desarrollo*.
- Perala, Santolaria, 1973. *Setas*. 2aEd. Madrid, España.
- Quimio, *et al.* 1990. Technical guidelines for mushroom growing in the tropics. F.A.O. m-11 ISBN 92-5-103026-X.
- Revista de Ciencia y Desarrollo*. CONACyT. Vol. XVI. Numero 96. Enero-Febrero 1991. México.

- Reyes, C. 1983. Bioestadística Aplicada (Agronomía, Biología, Química).
Editorial Trillas. México.
- Rodriguez, M., 1996. Caracterización de cepas del hongo comestible
(*Pleurotus ostreatus*), en medios de cultivos y su evaluación en
sustratos lignocelulosicos forrajeros para la producción de carpóforos.
Tesis profesional. UANL. Nuevo León, México.
- Romero, Cova, S.1993. Hongos Fitopatógenos. 1Ed. UACH, México.
- Rzedowski, Jersy 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa, México.
- Salomón R. 1997. Setas a la carta. Ed. Digital. La Habana, Cuba.
- Seymour, J. 1979. La naturaleza de las setas. 1Ed. Castell, Barcelona,
España.
- Sobal, M. *et al.* 1993. Utilización e los rastrojos de haba y frijol como sustrato
para el cultivo de *Pleurotus spp.* Laboratorio de Biotecnología en
hongos comestibles, Puebla, Pue. México. Micología Neotropical
Aplicada. (6) 137-141.
- Steel, R. G. D. and J. Torrie. 1985. Principles and Procedures of Statistics (A
Biometrial Approach)
- Velázquez, Delín, N. 1995. Producción del hongo ostión o de cazahuate
(*Pleurotus spp.*). Revisión bibliográfica departamento de Fitotecnia.
UACH. México.

Villaseñor, de G. A. 1996. Biotecnología Intermedia en México. 1Ed.
Chapingo, México.

Villegas, G. 1996. La producción de Hongos en México. Ed. Chapingo
México.