

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA



Cultivo de setas (*Pleurotus ostreatus*) en desperdicios de la destilación alcohólica del sotol (*Dasyliirion cedrosanum*).

Por:

Maximino Josué Cruz López

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

Ingeniero Forestal

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
Enero del 2001
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Cultivo de setas (*Pleurotus ostreatus*) en desperdicios de la destilación alcohólica del sotol (*Dasyliirion cedrosanum*).

Por:

MAXIMINO JOSUÉ CRUZ LÓPEZ

T E S I S

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como un requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

APROBADA

Ing. José Antonio Ramírez Díaz
Presidente del Jurado

Ing. Felipa Morales Luna
Vocal

Dr. Jorge S. Marroquín de la Fuente
Vocal

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

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México
Enero del 2001.

Dedicatoria

A mis padres: Zenón Cruz Salinas y Agustina I. López Gómez; a ambos los admiro mucho por darme protección y cariño desde mi infancia.

Mis Hermanos:

Chela: Aparte de ser mi hermana la considero como mi mejor amiga; también por darme alegría, cariño y apoyo incondicional durante mi carrera.

Julia. Por el tiempo de convivencia

Ricardo: Por quererme mucho en mi infancia

Moisés: Por su apoyo moral

Antonio: Por su ejemplo

A mi cuñado y cuñadas

Noe por formar parte de mi familia, lo considero como uno de mis hermanos. Linda, Asunciona, Apolonia, las considero mis hermanas.

A mis sobrinos y sobrinas.

A la familia López Hernández por considerarme un miembro mas de su familia durante mi estudio de nivel medio superior en Oaxaca.

A la mujer que Dios puso en mi camino.

Agradecimientos

A Dios, por darme la vida y rejuvenecer mis fuerzas cuando me siento desfallecer y puedo decir, hasta aquí me ha ayudado.

A la Universidad por formarme como profesionista

Agradezco el apoyo, paciencia y asesorías a las siguientes personas: al Ing. José A. Ramírez Díaz; al Dr. Jorge S. Marroquín de la Fuente; a la Ing. Felipa Morales Luna y al Ing. Alberto Rodríguez Hernández que hicieron posible la realización del presente trabajo.

Al Compañero y amigo Israel Hernández López por su colaboración incondicional en el establecimiento de este trabajo y demás.

A mis amigos:

Leopoldo Salazar, Clemente Angón, Vicente Ruíz, Ed Monroy, Wilfrido Santiago, Mario Velasco, Mario Jarillo, José Luis Sánchez, Wilfred Mendoza. Gracias por el apoyo moral y espiritual que me obsequiaron en mi estancia en la universidad.

A mis amigas:

Leticia Marín, Jeni Valencia, Carmen Zapata, Juliana Bautista, Rosalía Vázquez, Laura Ríos, Jaqueline Cruz, Brígida, Vanessa, Carmen Rodríguez. Gracias por el cariño, comprensión y alegría que me dieron en mi estancia en Saltillo.

Y si tuviese profecía, y entendiese
todos los misterios y toda ciencia, y
si tuviese toda la fe, de tal manera
que trasladase los montes, y no tengo
amor, nada soy.

I CORINTIOS 13: 2

Indice	Pagin as
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	1
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Definición de hongos y setas.....	4
2.2 Morfología de las Setas.....	4
2.2.1 La Cutícula.....	4
2.2.2 El Sombrero o píleo.....	5
2.2.3 El Himenóforo.....	6
2.2.4 El Pie o estípite.....	7
2.2.5 La Volva.....	8
2.2.6 El Anillo.....	9
2.3 Biología del <i>Pleurotus ostreatus</i>	9
2.3.1 Descripción Botánica.....	10
2.3.2 Ciclo de reproducción de <i>Pleurotus</i> spp.....	10
2.3.3 Hábitat natural del <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
2.3.4 Estructura del <i>Pleurotus</i>	13
2.4 Importancia del <i>Pleurotus ostreatus</i>	14
2.4.1 Importancia medicinal.....	16
2.4.2 importancia del <i>Pleurotus ostreatus</i> en el mercado.....	16
2.4.3 Valor nutritivo del <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
2.4.4 Localización de la producción de hongos en el país.....	17
2.5 Sustratos.....	18
2.5.1 Eficiencia Biológica.....	19
2.5.2 Sustratos utilizados en México en el cultivo de <i>Pleurotus</i> spp.	19
2.5.3 El papel que desempeña el pH en los hongos.	20
2.5.4 Influencia de los nutrientes en los hongos.	24
2.6 Descripción del género <i>Dasytirion</i>	24
2.6.1 Reproducción	26

2.6.2 Descripción del <i>Dasytirion cedrosanum</i>	27
2.6.3 El aprovechamiento del sotol.....	28
2.6.4 La destilación del sotol.....	28
2.7 Requerimientos en el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	29
2.7.1 Preparación del sustrato.....	31
2.7.2 Inoculación.....	32
2.7.3 Incubación.....	35
2.7.4 Fructificación.....	36
2.7.5 Cosecha.....	37
2.8 Plagas y Enfermedades del <i>Pleurotus ostreatus</i>	39
III. MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1 Descripciones de las instalaciones.....	42
3.2 Establecimiento del trabajo experimental.....	42
3.3 Metodología.....	42
3.4 Mediciones de las variables.....	44
3.5 Análisis estadístico	47
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	48
4.1 Altura del pie o estípite de las setas.....	49
4.2 Diámetro del pie o estípite de las setas.....	49
4.3 Diámetro del sombrero o píleo.....	50
4.4 Eficiencia biológica de los sustratos.....	51
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
VI RESUMEN.....	55
VII LITERATURA CITADA.....	57
VIII APENDICE.....	58
	62

Indice de figuras	Pag.
Figura 1. Partes principales de una seta adulta.....	5
Figura 2. Tipos de sombreros de las setas.....	6
Figura 3. Tipos de himenios de las setas de acuerdo a su posición con respecto al pie.	8
Figura 4. Formas de pies presentado por los carpóforos.....	9
Figura 5. Partes principales del cuerpo fructífero adulto de la seta <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
Figura 6. Ciclo reproductivo de las setas.....	12
Figura 7. Estructura del pie (o estípite) del <i>Pleurotus ostreatus</i>	15
Figura 8. Estructura interna de la lámina del <i>Pleurotus ostreatus</i>	15

Indice de cuadros	Pa
Cuadro 1. Localización de destiladoras del sotol en la Comarca Lagunera y Norte de Zacatecas.....	g.
Cuadro 2. Resumen de condiciones físicas que requiere el hongo <i>Pleurotus</i> .spp.....	29
Cuadro 3. Proporciones de sustratos en los tratamientos establecidos en el experimento del presente trabajo.....	39
Gráfica 4. Cuadro para el análisis de varianza.....	43
Cuadro 5. Eficiencias biológicas que se han obtenido al probar diferentes tipos de sustratos en el cultivo del <i>Pleurotus</i> . spp.....	43
	54

Indice de gráficas	Pa
Gráfica 1. Altura promedio del pie o estípite (mm), obtenido de los carpóforos del <i>Pleurotus ostreatus</i>	g.
Gráfica 2. Diámetro promedio del pie (mm) del <i>Pleurotus ostreatus</i>	49
Gráfica 3. Diámetro promedio del sombrero de los carpóforos (cm) del <i>Pleurotus</i> <i>ostreatus</i>	50
Gráfica 4. Eficiencias biológicas de los sustratos expresados en porcentajes en el cultivo del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i>	51

I. INTRODUCCION.

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.

El cultivo de setas comestibles es un proceso de selección de un medio de cultivo y la simulación de las condiciones ambientales propias de su nicho ecológico original así como optimizar su crecimiento y rendimiento en biomasa.

Guzmán y Martínez (1985) mencionan que los desechos silvoagroindustriales tienen un alto contenido de lignina y celulosa y 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 henequén, aserrín de madera, corteza de pino, entre otros.

En la actualidad es necesario proporcionar alternativas alimenticias al medio rural y no sólo esto, sino también dar buen uso a los desechos

silvoagroindustriales. Si no se usan, en su mayoría se consideran basura y se tiran a los ríos, lagos, terrenos baldíos y forestales, dando lugar a fuentes de contaminación, insalubridad y alteración del equilibrio ecológico. Ante este problema es necesario encontrar mecanismos que permitan reciclar tales subproductos.

En San Juan de Cedros, Municipio de Mazapil, del estado de Zacatecas existe una destiladora de vino de sotol con una acumulación de bagazo entre 1200 a 1500 m³, que a la larga se puede convertir en riesgos de incendios, salud humana y contaminación; para contribuir en la solución de este problema es necesario buscar mecanismos que degraden la materia prima (bagazo de sotol) y a la vez obtener beneficios de estos desechos. Un mecanismo muy apropiado es cultivar hongos comestibles sobre estos desechos, en este caso el *Pleurotus ostreatus*.

Con los resultados que se obtengan en el presente trabajo se determinará si es conveniente o no utilizar el bagazo del sotol en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, a la vez, proporcionar alternativas alimenticias a los habitantes de las comunidades donde se localizan las destiladoras del sotol y aledañas.

Objetivos generales

- Contribuir de manera directa en el reciclaje del bagazo del sotol (*Dasylirom cedrosanum*).
- Proporcionar una alternativa alimenticia con el cultivo de setas comestibles a las comunidades con “vinatas de sotol” y aledaños en el Noreste del País

Objetivos específicos

- Probar el bagazo del sotol en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.
- Determinar experimentalmente su Eficiencia Biológica.

Hipótesis

Ho. La Eficiencia biológica del bagazo del sotol es igual a la paja del trigo (no existen diferencias significativas entre tratamientos).

Ha. El desperdicio del sotol es diferente a la paja del trigo (existen diferencias significativas).

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Definición de hongos y setas.

Los hongos son organismos carentes de clorofila, de soma o cuerpo verdadero, generalmente filamentoso, provisto de paredes celulares y núcleos verdaderos y reproducción 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 saprófita, parásita o simbiótica (Romero, 1996) y están formados por numerosos hilos finísimos o filamentos (hifas) cuyo conjunto se denomina micelio (García Rollan, 1998).

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).

2.2 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 término del desarrollo, dar lugar a una seta cuyas partes constituyentes son: sombreros (o píleos), escamas, cutícula, himenio, pie (o estípite), anillo y volva. (Diego, 1979; Guzmán Gastón, 1980). Figura 1.

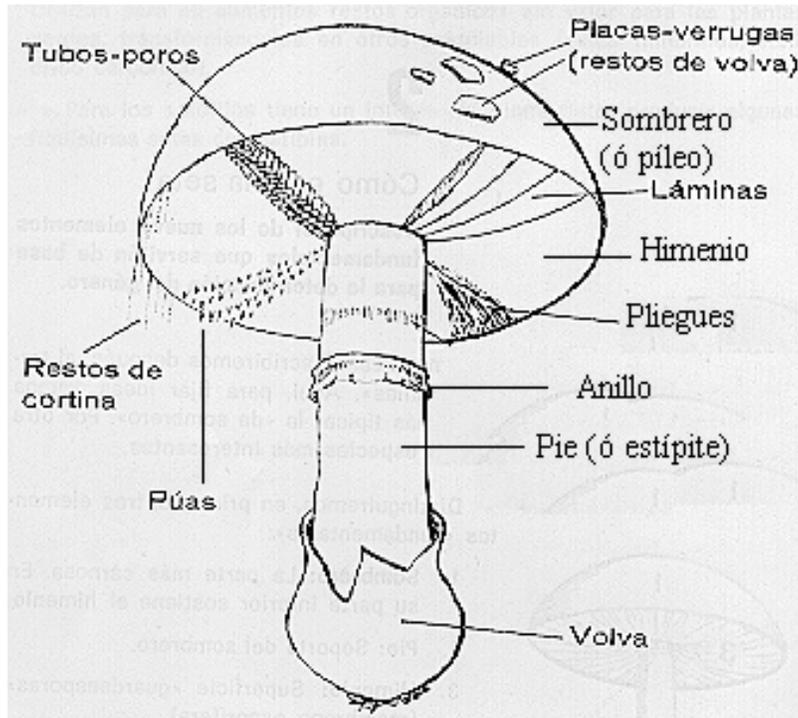


Figura 1. Partes principales de una seta adulta. Fuente: Perala, (1973) y Guzmán Gastón, (1980).

2.2.1 La cutícula.

Es la membrana exterior que recubre al sombrero y pie. Está formada por unas capas de células o por una red compacta de filamentos hifales; puede tener o no sustancias colorantes, por lo general estos pigmentos son fácilmente degradados por la acción de la luz o por el agua. La cutícula puede ser lisa, rugosa, seca, viscosa; está fuertemente adherida al sombrero o es fácilmente separable del mismo; puede tener estrías, surcos o círculos concéntricos (Diego, 1979).

2.2.2. El sombrero (o píleo)

El sombrero, también llamado píleo, es la parte más ancha de la seta, situada encima del pie, presentando diversas formas como: esférico en el caso del género *Bovista*; acopados en *Aleuria*; cónicos en *Conocybe*; acampanados en *Panaeolus*; mamelonados o mamiformes en *Lelanoleuca*; hemisféricos en *Stropharia*; convexos en *Amanita*; aplanados en *Lepista*



Figura 2. Tipos de sombreros de las setas. Fuente: (Diego, 1979)

nuda, embudados en *Cantharellus* y ramificados en *Ramaria*. 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). Figura 2.

2.2.3 El Himenóforo

Con este nombre 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 más simple puede ser liso como en *Peziza*; formando pliegues como en *Cantharellus*; en láminas como en *Agaricales*, en púas o

aguijones como en *Sarcodon*, en tubos como en *Boletus* (Perala, 1973; Diego, 1979) Figura. 1.

La disposición del himenóforo con respecto al pie, es muy importante al clasificar una seta. El himenóforo puede estar distanciado del pie y se llama separado; puede estar confluyente con el pie, pero sin tocar a éste, se dice entonces que es libre; se puede disponer en contacto con el pie, de tal forma que este contacto



no exceda la anchura normal del himenóforo, siendo aquí adnata o adherido; a veces presenta un entrante en la proximidad del pie, siendo por lo demás parecido al anterior, llamándose en este caso sinuado o escotado; por último; se puede aparecer recubriendo una gran parte del pie y se llama decurrente. (Diego, 1979; Guzmán G, 1980). Figura 3.

Figura 3. Tipos de himenios de las setas de acuerdo a su posición con respecto al pie. Fuente: Diego (1979)

2.2.4 El Pie (o estípite)

El pie es la parte de la seta que sostiene al sombrero. Está formado por hifas dispuestas generalmente en haces paralelos, aunque también pueden estar entrecruzados sin orden alguno; es fibroso, generalmente más



coriáceo que el sombrero, sobre todo en su parte inferior. En cuanto a lo que a forma se refiere generalmente es cilíndrico, si es abultado en su parte superior es claviforme (*Cantharellus*). Si está hinchado en forma de bulbo, se llama bulboso (*Cortinarius*); si es más grueso en el centro que en los extremos; es el pie ensanchado (*Boletus*). Si sólo está atenuado en el extremo inferior, que se prolonga en forma de raíz, nos encontramos ante el pie radial o radicante (*Oudemansiella*). El pie puede ser simple o ramificado, en su parte exterior es más dura que la parte central, que es algodonosa y se destruye fácilmente (Lizan, 1967). Figura 4.

Figura 4. Formas de pies presentada por los carpóforos. Fuente: Diego (1979).

2.2.5 La volva

Cuando los carpóforos están en el estado de primordio, están envueltos por un velo general que proviene de la base del pie; al crecer el hongo se desgarran por la parte superior y queda como una bolsa alrededor de la base del pie, a esto se le llama volva. No todos los hongos están provistos de volva (Lizan, 1967).

2.2.6 El anillo

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

2.3 Biología del *Pleurotus ostreatus*

2.3.1 Descripción botánica

Sombreros carnosos, convexos o casi aplanados, en forma de concha o abanico, 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 incurvado. Las láminas decurrentes, anchas,

espaciadas, desiguales, blanquecinas (luego de color marfil). 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 pie es corto, lateral, grueso, a menudo casi nulo, firme, blanco, generalmente con la base aterciopelada (García Rollan, 1976 y 1998). Figura 5.

Taxonomía según Romero (1993).

Subdivisión: Eumicotina

Clase: Basidiomycetes

Subclase: Homobasidiomicetidae

Orden: Agaricales

Familia: Agaricaceae

Género: *Pleurotus*.

Especie: *P. ostreatus*

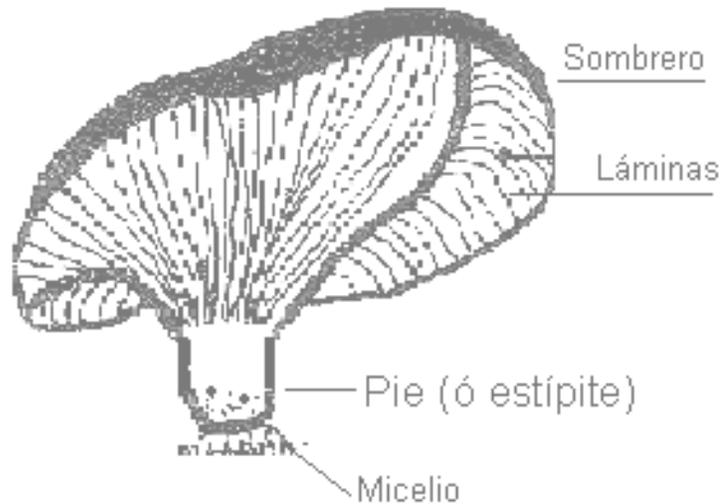


Figura 5. Partes principales del cuerpo fructífero adulto de la seta *Pleurotus ostreatus*. Fuente: Adaptada de Velázquez (1995).

2.3.2 Ciclo de reproducción del *Pleurotus* spp.

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 compartimiento 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 himenino, terminará la reproducción sexual con la formación de basidiosporas en los basidios (Velázquez, 1995).

Figura 6.

2.3.3 Hábitat natural del *Pleurotus ostreatus*

Crecen 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 Gastón, 1980). En México se encuentra naturalmente en el bosque tropical perenifolio; 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 arbascular (Rzedowski, 1998). 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 y se seca bien (Seymour, 1979). Se

presentan casi todo el año, sobre tocones y troncos en su mayoría en latifoliadas (o frondosas) (García Rollan, 1976).

2.3.4 Estructura del *Pleurotus*

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 de la superficie se alargan para formar estructuras semejantes a pelos (Figura 7).

El himenio (o láminas), está compuesto por basidios apretados, junto con otras células llamadas basidiolos y cistidios. 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 8.

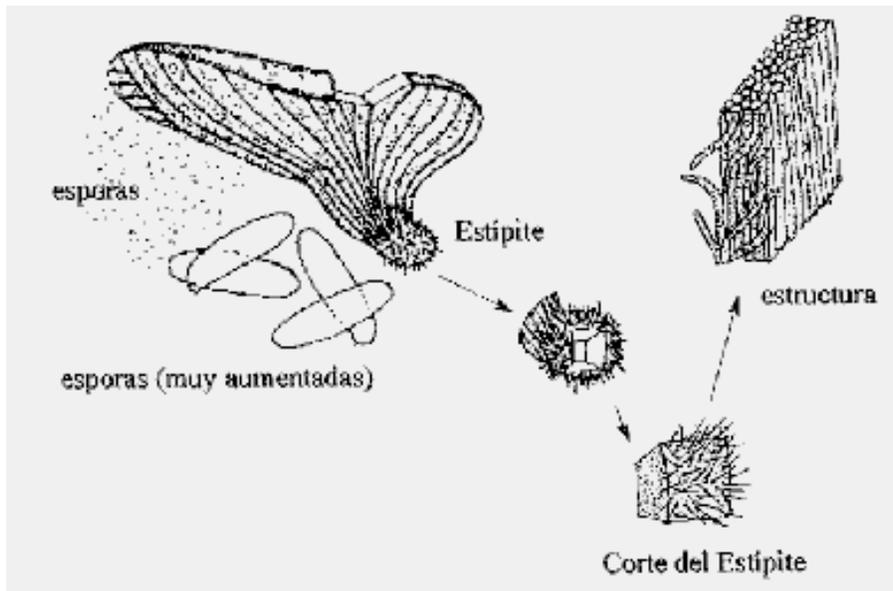


Figura 7. Estructura del pie (o estípite) de la seta *Pleurotus ostreatus*.
Fuente: Adaptada (López, 1995).

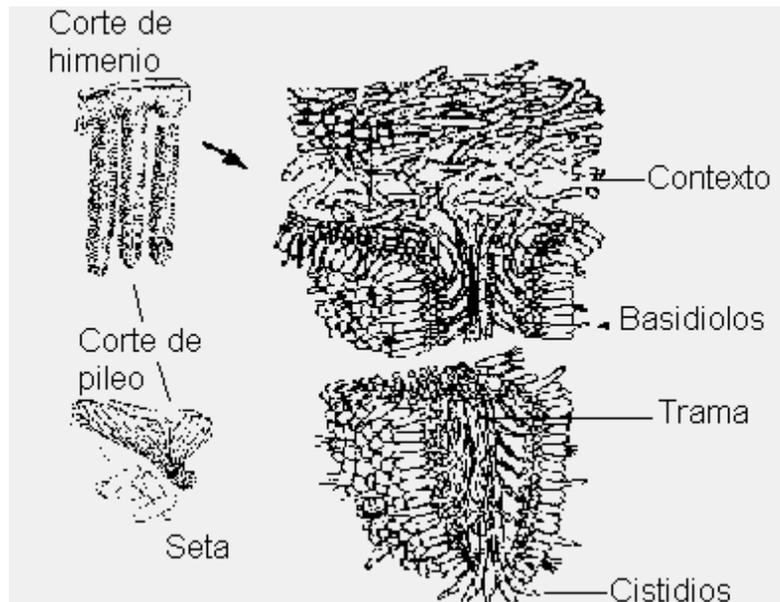


Figura 8. Estructura interna de la lámina del *Pleurotus ostreatus*.
Fuente: Adaptada (López, 1995).

2.4 Importancia del *Pleurotus ostreatus*

2.4.1 Importancia medicinal.

En la actualidad a través de las setas se siguen buscando alternativas para la cura de algunas enfermedades mortales e irreversibles, 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 Reishi (*Ganoderma lucidum*), el Maitake (*Grifola frondosa*), la Enoki, entre otros. El *Pleurotus ostreatus* tiene importancia medicinal en que combate tumores en los animales (Cruz Hernández, 2000).

2.4.2 La importancia del *Pleurotus ostreatus* en el mercado.

Esta seta se presenta en el mercado como un producto fresco; a granel o en pequeños contenedores de cartón o plástico. Se comercializa generalmente, en cuatro presentaciones: en racimos, como setas seleccionadas grandes, pequeñas y como hongo de poca clase.

El *Pleurotus* compite todavía con el champiñón con cierta desventaja debido al escaso conocimiento de los consumidores. Siguiendo la trayectoria del champiñón el *Pleurotus* tiende a convertirse en un hongo de menor a mayor consumo masivo.

En el medio urbano el *Pleurotus* se considera como un producto dirigido a la clase media, media alta y alta debido fundamentalmente a su precio. En el medio rural, debido a su tradición micófila (sobre todo en el sur del país), fácilmente adoptarían el producto si el precio fuera más accesible a sus ingresos o si ellos lo produjeran (Villegas, 1996).

2.4.3 Valor nutritivo del *Pleurotus ostreatus*.

En cuanto al valor alimenticio hay que advertir que su contenido de agua es muy alto (90 al 95 %), aumentando con la edad y disminuyendo por estancia en el frigorífico. Como cifras orientadoras podemos decir que en 100gr de *Pleurotus ostreatus* fresco hay además del agua: 0.2 a 0.3 gramos de grasas, 0.5 a 1gr de compuestos minerales (García Rollan, 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).

2.4.4 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 permitirían explicar la distribución de la producción honguera comercial en tal arreglo geográfico son: la tradición micófaga y la existencia de mercados regionales localizados; la presencia de climas propicios para el cultivo de hongos; y la existencia de centros de investigación en varios de los estados mencionados, que han actuado como núcleos de difusión del conocimiento micológico (Villegas, 1996).

En el Noroeste del país, tanto en las zonas urbanas como en las rurales, no existe tanta tradición micófaga como en el centro y sur de la república mexicana.

En el estado de Coahuila, en las comunidades de San Francisco del Ejido Municipio de Saltillo y en el Ejido Notillas Municipio de Parras, existen microempresas productoras de hongos comestibles, y en el ejido Buñuelos Municipio de Saltillo, se encuentra un centro piloto de capacitación y asesoría técnica para el cultivo de estas setas (Morales Luna, 2000).

2.5 Sustratos

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

2.5.1 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.

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

2.5.2 Sustratos utilizados en México en el cultivo de *Pleurotus spp.*

Gaitán (1993) utilizó como sustrato el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), viruta de encino (*Quercus sp.*) y bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*) en el cultivo del hongo comestible (*Pleurotus djamour*). Estableció 4 tratamientos con 4 repeticiones: 1: Zacate buffel más papel periódico (3:1 en base al peso seco) y se agregó como suplemento 15 gramos de harina de trigo; 2: Zacate buffel (se fermentó durante 40 días) y se 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 henequén, más como suplemento 15 gramos de nitrato de amonio. Las eficiencias biológicas fueron las siguientes: Tratamiento 1: 58.7%, Tratamiento 2: 54.1%, tratamiento 3 :26% , tratamiento 4: 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 un mínimo de 19 °C.

Bautista *et al.* (1991) citado por Rodríguez (1996) usaron la vaina del frijol en el cultivo de *P. ostreatus*. El crecimiento del micelio en las bolsas de plástico tuvo una duración de 20 días fructificando a los 28 días a partir de la siembra; la EB fue de 75% con un total de 3 cortes.

Se utilizaron como sustratos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, la cáscara del fruto del cacahuate (*Arachis hipogaea*), la hoja seca de maíz (*Zea mays*) mezclándose con una relación de 2:1. La cáscara de cacahuate logró 85.44% de EB; la hoja seca de maíz obtuvo una EB de 144.85% y la mezcla en relación 2:1 alcanzó 95% de EB (Bernabé y Arzeta, 1994 citado por Rodríguez, 1996).

Burgos *et al.* (1993) citado por Rodríguez (1996) utilizaron el bagazo de henequén fermentado en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* obteniendo una EB del 51.46%. En este trabajo se concluye que el bagazo de henequén fermentado es adecuado para la producción de esta seta.

Sobal M *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 EB en rastrojo de haba fue de 99.8 a 137.6%, de 113.5 a 118.0% en rastrojo de frijol, y de 62.9 a 78.1% en la paja de cebada.

Martínez Carrera *et al.* (1990) elaboraron dos mezclas en proporciones 1:1 con bagazo de caña de azúcar, más paja de cebada y bagazo de caña con pulpa de café utilizando una cepa (CP-15). En la primera mezcla se obtuvo una EB del 65% con un total de dos cortes, en la segunda del 97% con un total de 4 cortes y en el bagazo de caña puro, la EB fue de 14.15% concluyendo que las mezclas fueron mejores que el bagazo de caña.

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

Guzmán Dávalos (1987) utilizó bagazo del Agave tequilero como sustrato en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *P. ostreatus* var. *florida*, obteniendo una EB de 60.2% en *P. ostreatus* y del 64.7% en la variedad *florida*.

Naranjo *et al.* (1998) usaron corteza de pino mezclado con paja de frijol en el cultivo de *Pleurotus* spp. mezclándolos en diferentes porcentajes mediante seis tratamientos. El T1 fue de 100% paja más 0% corteza, obteniendo una EB de 150%; en el T2 se mezcló 80% paja más 20% corteza, resultando una EB de 128%; en el T3 se combinó 60% paja más

40% corteza, obteniendo una EB del 88%; en el T4 la mezcla fue de 40% paja más 60% corteza, obteniendo 50% de EB; en el T5 la combinación fue 20% paja más 80% corteza obteniendo una EB de 18.4%; y, por último el T6 fue de 100 % corteza resultando un 7.3% de EB. La producción de hongos frescos en este trabajo fue: T1; 900 grs. en 4 cortas; T2; 877 grs en 4 cortes; T3; 587 grs, T4 y T5 320grs y 114 grs respectivamente en 3 cortes; T6; 49grs en dos cortes.

Bernabé *et al.* (1993) citados por Rodríguez (1996) probaron la fibra del fruto del coco (*Cocos nucifera*) en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* mezclándolo con la 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.* (1988) citados por Gaitán (1996) obtuvieron una Eficiencia Biológica de 17.51% en pulpa de café considerándose como buena para la producción en especies de *Pleurotus*.

2.5.3 El papel que desempeña el pH en los hongos.

El potencial de Hidrógeno (pH) influye tanto en las actividades vegetativas como en las reproductivas de los hongos, debido a que cualquier nutriente, antes de ser utilizado, debe pasar primero a través de la pared celular y de la membrana protoplasmática, la cual contiene proteínas y lipoproteínas, sustancias que, por su naturaleza anfotérica, pueden formar sales con ácidos o bases. A pH bajo, la membrana protoplasmática puede estar tan saturada de iones hidrógeno que algunos cationes esenciales no pueden entrar en la célula. La misma situación puede presentarse a pH alcalino, excepto que, entonces, son iones hidroxilo los que interfieren en la adsorción de aniones (Romero, 1993).

Los valores del pH, inferior y superior, entre los cuales crece un hongo delimitan el rango de pH de esa especie. La mayoría de los hongos se desarrollan en valores de pH que fluctúan entre 6 y 7 (Romero, 1993).

2.5.4 Influencia de los nutrientes en los hongos

Durante el periodo de incubación, el *Pleurotus* utiliza la lignina y celulosa como fuentes de energía para la síntesis de proteínas y otras sustancias metabólicas; en la descomposición de los sustratos

lignocelulósicos intervienen enzimas tales como xilanasas, fenol oxidasa y peroxidasa (Beltrán *et al.* 1995)

Nitrógeno: Los hongos utilizan el nitrógeno con fines funcionales y estructurales. La pared celular de la mayoría de las especies, excepto oomicetos y levaduras, contiene quitina, que es un polímero lineal de la D-glucosamina. Las proteínas (base del protoplasma), purinas, pirimidinas, enzimas y vitaminas son también compuestos que contienen nitrógeno. La ausencia de nitrógeno ocasiona que el crecimiento micelial sea raquítico (Romero, 1993).

Carbono: Una alta concentración de carbohidratos generalmente favorece el crecimiento del micelio; los monosacáridos y disacáridos (glucosa, fructuosa y demás) que son hidrolizados rápidamente, dan como resultado una alta concentración de azúcar y, con ello, mucho micelio. Los ácidos orgánicos y alcoholes superiores no son buena fuente de carbono debido a que pueden cambiar rápidamente el pH y muchos hongos son incapaces de hidrolizar estos compuestos (Romero, 1993).

Fósforo: Interviene en diversas transformaciones químicas y en transporte de energía; se sabe con certeza que participa en la oxidación de la glucosa, forma parte de las nucleoproteínas, regula la utilización del

carbono y del nitrógeno y afecta en la síntesis de algunas vitaminas, como la Tiamina (B1), la Riboflavina y el ácido nicotínico. Al parecer el fósforo es utilizado por los hongos sólo en formas de fosfatos, ya sea orgánico (ésteres) o inorgánicos (sales) (Romero, 1993).

Potasio: El potasio tiene un papel importante en el metabolismo general de las células, sobre todo en lo que se refiere a la formación de glúcidos y proteínas (Romero, 1993).

Magnesio: Muchos sistemas enzimáticos son activados por el magnesio y juega un papel importante en los procesos de fermentación y en la oxidación aeróbica de los carbohidratos (Romero, 1993).

Calcio: La concentración de calcio requerido para el crecimiento máximo del hongo, varía de 2 a 6 mg, por litro de medio de cultivo (Romero, 1993).

2.6 Descripción del género *Dasyllirion*

El *Dasyllirion* spp, es una planta perteneciente a la familia de las liliáceas; *Dasyllirion* significa lirio grueso y suculento; cuyas especies son plantas con hojas lineales, largas, sobre el tallo principal en roseta, angostas y de bordes espinosos (Ruiz, 1985). En la flor el perianto es de 2

a 2.5 mm de largos; sépalos y pétalos finos, blanquecinos, los estambres más largos que el perianto, de filamento delgado; frutos alados; la semilla encerrada en la parte central (García Sánchez, 1952).

El sotol tiene una amplia distribución en las zonas áridas del norte de México, se desarrolla en lugares desérticos y semidesérticos, en suelos donde predominan los litosoles, regosoles, xerosoles y rendzinas de textura media; el clima es del tipo seco desértico con temperatura media anual de 20 a 22 °C y una precipitación anual de 300 a 400 mm. El rango altitudinal donde se localiza el sotol, se ubica entre los 1,400 y 1,900 m.s.n.m. El tipo de vegetación es el de matorral desértico rosetófilo (Rivera, 1987).

2.6.1 Reproducción.

El método natural de reproducción es por semilla, al hacer explosión las cápsulas y esparcir las semillas alrededor de la planta, se logra un porcentaje muy bajo de germinación, ya que se establecen un promedio de 10 plantas pequeñas por cada planta madre; y requieren de un promedio de 12 a 15 años para tener el tamaño ideal para ser aprovechadas (Ortega y Villavicencio, s.f).

2.6.2 Descripción del *Dasyilirion cedrosanum*.

Presenta tallo corto; tronco de 1 a 1.50 metros de alto, hojas de 20 mm de ancho y de más de 1 metro de largo, con las puntas ligeramente apinzeladas, glaucas, quilla ligeramente áspera, espinas distantes de 10 a 15 mm y de 2 a 5 mm de largo, amarillas, rojizas hacia la punta. Inflorescencia de 5 metros de altura. Frutos elípticos y angostos, de 4 a 5 mm por 7 a 9 mm. Semilla de 2 por 3.5 mm. Hojas anchas, opacas, raramente glaucas, con espinas encorvadas (García Sánchez, 1952).

Distribución. En el estado de Zacatecas por la región de Cedros; en el estado de Coahuila se presenta por el rancho de la Luz y la Angostura del Municipio de Saltillo, a 20 kilómetros al sur de Ocampo, en el Aguaje del Pajarito en el extremo occidental de la Sierra de la Fragua; al norte del Puerto Colorado, Monclova; en el Puerto de San Lázaro, en la Sierra de la Paila; y en el Cañón de San Lorenzo (García Sánchez, 1952) y obviamente otros habitats similares del semidesierto chihuahuense.

2.6.3 El Aprovechamiento del Sotol.

Ortega y Villavicencio (s.f) mencionan que se extraen un promedio de 20 “piñas” o cabezas diarias de sotol, lo que significa una producción

mensual de 600 “piñas” que es generalmente la capacidad de una “vinata” normal. Para producir un litro de vino se requieren dos piñas que, en promedio, cada una pesa aproximadamente 15 kg; requiriéndose de 12 a 15 días para la elaboración de la bebida alcohólica; generalmente se cuecen 300 cabezas aproximadamente, lográndose una producción de 150 litros por “quemada”, misma que se lleva a cabo cada 15 días, con lo cual se tiene una producción mensual de más o menos 300 litros de sotol.

No.	Ejido, Poblado o comunidad	Municipio	Estado
1	Poblado de Nazas	Nazas	Durango
1	Poblado Graciano Sánchez	Viesca	Coahuila
1	Poblado de Cuencamé	Cuencamé	Durango
1	Ejido Torrecillas	Cuencamé	Durango
1	Ejido San Juan de Cedros	Mazapil	Zacatecas

Cuadro 1. Localización de Destiladoras del Sotol en la Comarca Lagunera y Norte de Zacatecas (Ortega y Villavicencio, sf; Ramírez, 2000).

2.6.4 La destilación del sotol.

El primer paso de todo el proceso, es cocer las piñas, en un “cocedor” construido en el suelo; que consiste en una zanja circular de 1.20 metros de profundidad por 1.40 m de ancho, variando de diámetro de acuerdo con la capacidad de la “vinata”. En el fondo y el centro del “cocedor”, se coloca

la leña, se prende fuego, y se cubre con piedras de tipo “tezontle”, las cuales se calientan para llevar a cabo la cocción; posteriormente, se colocan las piñas sobre las piedras, se cubren con hojas de palmas y sobre las palmas una capa de tierra para evitar la pérdida de calor, se deja así durante tres días. Un día antes de sacar las piñas, es necesario dar un riego ligero sobre la tierra que cubre al “cocedor”, la que al ponerse en contacto con las piedras calientes produzca vapor y evite que las piñas se ablanden demasiado.

Posteriormente sacar las “piñas” del “cocedor”, y se procede a picarlas en trozos de aproximadamente dos a tres centímetros, desechando el centro de la “piña”; depositar el producto picado en las pilas de fermentación, que son fosas a ras de suelo, con paredes de cemento recubiertas de tabla de madera, de dimensiones variables de acuerdo con la capacidad de las “vinatas”. En estas pilas se deja el producto por un lapso de tres días mientras se “aviana”, al día siguiente adicionarle agua hasta que cubra todo el material, dejándose en reposo entre tres y cuatro días para que se fermente, siendo esta operación muy variable ya que, dependiendo de la temperatura y de la época del año, puede alcanzar hasta 12 días desde que se deposita el producto en las pilas.

Una vez ocurrida la fermentación, tanto el líquido como el material picado se deposita en un cazo de cobre que está instalado en un horno cavado en el suelo, el cazo está cubierto hasta el nivel de su orilla con una rampa de cemento; la tapa del cazo es un cono hueco truncado el cual tiene un orificio donde se le conecta un tubo de cobre en forma de espiral que

pasa por una pileta de agua; el vapor, al pasar por la zona de la pileta, se condensa y así se obtiene el “agua vino” que se recoge en recipientes limpios. Cuando ya no sale “agua vino”, se retira la tapa del cazo y se quita el bagazo. Se repite el procedimiento anterior poniendo el “agua vino” en el cazo hasta que la destilación ya no contenga alcohol y salga pura agua (Ortega y Villavicencio, s.f).

García Sánchez (1952) realizó un análisis químico de los bulbos verdes y secos del sotol, obteniendo un total de 26.20% y 57.2% de carbohidratos respectivamente. De acuerdo con estos resultados, se considera esta planta rica en carbohidratos, siendo ésta la razón principal de su empleo en la fabricación de alcoholes y licores.

2.7 Requerimientos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Es importante diferenciar entre un cultivo casero y uno industrial. El primero está enfocado a unos cuantos kilogramos de hongos para el autoconsumo, incluso se puede vender el excedente a baja escala, con una inversión mínima; el segundo requiere de inversiones considerables, así como el soporte de técnicos capacitados y responsables de la producción a gran escala y de un plan eficiente de manejo y ventas (López, 1995).

El cultivo de hongos comestibles en México por lo general se realiza en bolsas de polietileno. Las plantas comerciales usan bolsas de 70 x 90 cm y en las explotaciones pequeñas utilizan bolsas de 50 x 70 cm o de 40 x 60 cm. Las desventajas de las bolsas grandes son que pueden sobrecalentarse si la temperatura del lugar es elevada; así que en climas cálidos, las bolsas grandes no son recomendables; pero funcionan mejor en climas templados. En cuanto al color; las bolsas negras controlan mejor las condiciones de oscuridad (Beltrán *et al*, 1995).

2.7.1 Preparación del sustrato

a) Fermentación

Los sustratos que contienen gran cantidad de azúcares solubles como la pulpa de café, el bagazo de caña de azúcar, maguey pulquero o tequilero, henequén, lirio acuático y otros, son los que requieren fermentación, los cuales, si no se elimina el azúcar, facilita el crecimiento rápido de mohos, levaduras y bacterias.

En la fermentación aeróbica, el oxígeno desdobra el azúcar en dióxido de carbono y agua; después de este proceso, el sustrato es rico en celulosa y lignina y pobre en hemicelulosa y quitina, semejante al de las pajas; para

mantener las condiciones aeróbicas en el interior de la pila de fermentación, se deben realizar volteos cada tercer día; respecto al tiempo de fermentación, varía de acuerdo con el tipo y cantidad de sustrato, temperatura ambiental y de la especie de hongo que se cultivará. En este tipo de fermentación el sustrato se coloca en forma piramidal, envuelto en plástico negro para mantener el calor y la humedad y así favorecer la actividad enzimática de los microorganismos. Es necesario que el sustrato contenga de 70 a 75% de humedad y cuando la temperatura se haya incrementado a más de 40°C, y después descienda a 35°C y no vuelva a elevarse, es el momento adecuado para suspender el tratamiento y emplear el sustrato (Velázquez, 1995).

b) Hidratación

Este proceso se lleva a cabo cuando el sustrato está demasiado seco como en los casos de rastrojos, desechos de algodón, papel, aserrín y pulpa de café deshidratada y se puede llevar a cabo en dos formas: a) El sustrato se sumerge en agua por espacio de 20 horas en un tonel; b) el sustrato se coloca en el piso de concreto, se extiende y se aplica agua hasta conseguir un 80% de humedad, se cubre con un plástico y se deja una noche (Guzmán Gaston, 1993).

c) Pasteurización

Es el proceso más importante a que se somete el sustrato y consiste en la aplicación de calor para que destruya las semillas, insectos, hongos, parásitos, etc., que pueda contener y luego podría aparecer en el cultivo (García Rollan, 1998). El sustrato se sumerge en agua a 80°C durante 30-45 minutos (Chang y Miles, 1989; citado por Velázquez, 1995).

López (1995) menciona que la forma de pasteurizar es sumergir la bolsa con la paja en agua calentada de 80 a 90°C (cuando el agua empieza a producir burbujas) durante 15 minutos, haciendo un movimiento de meter y sacar 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 de esa agua y se sumerge en agua a la temperatura ambiental.

Beltrán *et al.* (1995) mencionan que el método más conocido de pasteurizar, consiste en la inmersión de la paja seca en agua caliente con una temperatura de 70 a 90°C durante media hora, pasado este tiempo la paja se deja escurrir en un lugar limpio para proceder a la siembra; haciendo también referencia de que con este método no se requiere la hidratación previa, ya que el cocimiento tiene esta función, recomienda

también agregar cal hidratada al agua con una proporción de 0.25% del volumen de agua.

2.7.2 Inoculación

Después de la pasteurización del sustrato se procede a la inoculación; se debe tener cuidado de no realizar la inoculación con la paja caliente, el exceso de calor mata al micelio; y si la paja está fría, se retrasa el crecimiento porque tardaría más el micelio en elevar la temperatura dentro de la bolsa (Beltrán *et al*, 1995); por tal razón se debe inocular cuando el sustrato está de 25 a 28 °C y un 70% de humedad; para evitar excesiva acidez se añadirá carbonato de calcio (algunos aconsejan poner sólo del 1-2% del peso de la paja húmeda, pues el pH más conveniente para el crecimiento del micelio es de 6-6.5 (García, 1998).

La siembra consiste en mezclar el micelio con la paja o sustrato ya preparado, del modo más 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 Rollan,1998). La cantidad de semilla que se inocular, va de acuerdo con el peso húmedo del sustrato y es del 2 al 5%, ó del 8 al 20% del peso seco (Beltrán *et al*, 1995).

2.7.3 Incubación

Una vez inoculado el sustrato dentro de la bolsa, se guardan en un cuarto oscuro, y tarda de 20 a 30 días para que el micelio invada totalmente al medio de cultivo; esto varía de acuerdo con el tipo de sustrato (Quimio *et al.* 1990). El hongo inicia su crecimiento durante las primeras 24 horas, crecerá poco debido a que debe “adaptarse”; su crecimiento acelerado inicia aproximadamente a las 48 horas (Beltrán *et al.*, 1995). El local de incubación puede ser cualquier nave, habitación o invernadero que pueda mantenerse de 18 a 25°C y húmedo de 80-90% para evitar la evaporación de los orificios de las bolsas (García, 1998).

La temperatura del sustrato durante la incubación debe mantenerse de 24-27 °C, pues a esta temperatura, favorece más el crecimiento del micelio. Se puede comprobar introduciendo un termómetro largo en el interior del sustrato, y en caso de que suba demasiado se airea o se baja la temperatura del local. Se ha comprobado que a menos de 5°C no crece, a 10°C bajo cero muere, y por encima de 35-40°C suele morir (García Rollan, 1998). A los tres días se pueden reconocer los signos de una buena incubación y son los siguientes: hay un avance inicial claro y vigoroso del micelio sobre el sustrato; no debe haber escurrimientos excesivos; el

sustrato adopta el “olor a hongos”; la paja empieza a ponerse de color amarillo claro (Beltrán *et al*, 1995).

2.7.4 Fructificación

Al periodo de transición entre el crecimiento del micelio y la producción de cuerpos fructíferos, se le llama inducción; en este periodo el micelio al recibir el estímulo de la temperatura, oxígeno, humedad y luz, se agregan entre sí (figura 6) y se le llama agregados miceliales, que son el inicio de los próximos cuerpos fructíferos. Primero se forman puntos de crecimiento del micelio, después aumentan 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, entonces el micelio termina de crecer vegetativamente y empieza la fase reproductiva (Beltrán *et al*, 1995). De los 14 a 22 días de la siembra, los primordios empiezan a aparecer, entonces se quita la bolsa para dar lugar a la fructificación; si esta práctica 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 la etapa de fructificación la instalación o local debe tener una temperatura de 20 a 28 °C con una humedad relativa de 80 a 95% (Quimio

et al. 1990). También debe mantenerse bien ventilado para evitar que la concentración de CO₂ se incremente y provoque la deformación de los hongos; se recomienda un cambio de aire nuevo de 150m³ /hora /tonelada de sustrato (Avila, 1997). La insuficiente ventilación provoca deformación de las setas, con pies gruesos, largos y sombreros pequeños (García Rollan, 1998).

En cuanto al riego de los sustratos, ha de ser suficiente para que permanezcan húmedos (70-75% de humedad), pero sin pasarse, pues el exceso puede favorecer ataque de la bacteria *Pseudomona*. Las gotas de agua pueden ser lo más finas posibles 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. De todas formas durante los días de cosecha conviene bajar la humedad al 80-85% (García Rollan, 1998).

La luz es necesaria durante 8-12 horas diarias, porque de lo contrario las setas salen deformes, con pequeños sombreros pálidos y pies largos, basta con la luz indirecta, o también llamada luz de día (García Rollan, 1998).

2.7.5 Cosecha

Para recoger las setas, deben tener el sombrero bien abierto, pero todavía convexo; se hacen en grupos, sin estropear el micelio, con un cuchillo de buen filo (García, 1998).

Factores	En la incubación	
Temperatura °C	Rango 5-37	Optimo 24-28
Humedad	Ambiental 80-85%	Sustrato 60-70%
luz	No requiere	
En la etapa de desarrollo de cuerpos fructíferos		
Temperatura °C	Rango 5-27	Optima 10-20
Humedad	Ambiental > 90%	Sustrato 80%
Luz	50- 500 lux/12 horas diarias Lux = Unidades lumínicas	

Cuadro 2. Resumen de condiciones físicas que requiere el hongo *Pleurotus* spp. Fuente: (Velázquez, 1995).

2.8 Plagas y enfermedades del *Pleurotus ostreatus*

En el cultivo de setas, es común que se presenten plagas como mosquitos de los géneros *Lycoriella* y *Megaselia* (mosca de los hongos) y *Drosophyla* (mosca del vinagre), que pueden echar a perder todo el cultivo; tienen mayor presencia si el local no está bien protegido o por los orificios grandes de las bolsas. Las hembras ovopositan en el sustrato, después las larvas se alimentan del micelio, posteriormente del tejido del cuerpo fructífero. Aparte de las moscas se pueden presentar otro tipo de plagas como son la catarina y ratones.

La forma de controlarlos es desalojando el sustrato afectado y desinfectar el local aplicando Diazinón; en caso de presentarse plagas como moluscos, se combaten con cebón, esparciendo solución de sal y cal (Beltrán *et al*, 1995).

Por las bajas temperaturas en el establecimiento durante la incubación, el riesgo de contaminación es mayor por mohos de los géneros *Trichoderma*, *Penicillium* y *Aspergillus*; al presentarse significativamente, conviene desechar inmediatamente todo el sustrato y destruirlo, porque si no se realiza esta actividad, las esporas de estos hongos se dispersarán y permanecerán en el ambiente aumentando la posibilidad para contaminaciones futuras.

El “manchado café” en sectores del píleo de la seta, son síntomas del ataque de bacterias; resultado del exceso de riego y temperaturas altas. Cuando las bacterias se presentan en la incubación, son característicos los olores y escurrimientos desagradables de color café turbio en el cultivo (Beltrán *et al*, 1995).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción de las instalaciones

El presente experimento se llevó a cabo en una de las instalaciones del departamento forestal 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, y a 1805 msnm (CENTENAL, 1977). Sus características son las siguientes: Cuenta con un extractor de aire, y puerta con vidrios que deja pasar la luz natural, lo que facilitó tenerlo a oscuras en la fase de incubación de los micelios; la temperatura osciló entre 15 y 20 °C. En la fase de fructificación se trasladaron las bolsas a otro cuarto de 4x4 metros con grandes ventanas que permiten el paso de luz natural, facilitando controlar o regular el aire entre-cerrando y abriendo las ventanas; la temperatura osciló entre 20 y 30°C.

3.2 Establecimiento del trabajo experimental.

El experimento se estableció el 13 de marzo del 2000 con un diseño completamente al azar de 3 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, siendo un total de 12 unidades experimentales. Y los tratamientos fueron como se indica en el cuadro 3.

Tratamiento	Sotol (%)*	Trigo (%)**
1	50	50
2	100	0
3 (testigo)	0	100

* Bagazo de la destilación alcohólica.

** Paja de la cosecha de trigo

Cuadro 3. Proporciones de sustratos en los tratamientos establecidos en el experimento.

Modelo del diseño completamente al azar

$Y_{ij} = M + T_i + \sum_{ij}$, donde:

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

M = Efecto de la media poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

\sum_{ij} = Efecto del error experimental.

FV	GL	SC	CM	FC
TRATAM	t-1	SCt	CMt	CMT/CME
ERROR	n- t	SCE	CME	
TOTAL	n-1	SCT		

t = Número de tratamiento

n = Número de unidad experimental

FV = Fuente de variación

GL = Grados de libertad

CM = Cuadrados medios

Cuadro 4. Cuadro para el análisis de varianza

3.3 Metodología.

1. Preparación del sustrato

a) Se pesaron los sustratos en seco de la siguiente forma: En el tratamiento T1 (50% trigo+50% sotol) para cada repetición se pesó 770 gramos que suman un total de 3080 gramos por las 4 repeticiones; en el tratamiento T2 (100% sotol) se pesaron 840 gramos de bagazo, siendo un total de 3360 gramos por las 4 repeticiones; y en el tratamiento T3 (100% trigo) para cada repetición se pesó 700 gramos sumando un total de 2800 gramos. Una vez pesados los sustratos por repeticiones, se pusieron en las arpilleras.

b) Simultáneamente a la actividad anterior, se puso a calentar agua en las tinajas a una temperatura de 90 a 100°; posteriormente, las arpilleras, con los sustratos dentro de ellas, se sumergieron por 15 minutos en el agua para pasteurizar los sustratos. Después de esto, se dejó enfriar a los sustratos durante 8 horas hasta que se igualara con la temperatura del cuarto que fue de 20°C. El pH del bagazo del sotol fue de 8.0 y de la paja de trigo fue de 7.2 en solución buffer después de la pasteurización; los datos anteriores se obtuvieron en el laboratorio de suelos de la UAAAN.

2. Siembra del micelio

La cepa que se usó en este trabajo fue del *Pleurotus ostreatus* activada en grano de trigo obtenida del Laboratorio de Agrotecnia de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

La cantidad de micelio por bolsas fue de 200 gramos, en total se necesitaron 2.4 kilogramos de micelios. El llenado de las bolsas se realizó alternando los sustratos con los micelios, agregando el 4% de carbonato de calcio en relación con el peso húmedo del sustrato y así sucesivamente hasta llenar cada unidad experimental; después se amarraron las bolsas con ligas, se etiquetaron y se llevaron al cuarto de incubación; a las 24 horas se hicieron agujeros con un alfiler a las bolsas, con la finalidad de proporcionar oxígeno a los micelios.

3. Incubación

Durante esta fase el cuarto permaneció a oscuras. El micelio invadió totalmente a los sustratos de la siguiente manera: T1: 22 días; T2: 27 días;

T3: 25 días. La temperatura del local osciló de 15 - 24°C y de los sustratos entre 13-20°C (se midió introduciendo un termómetro largo en el sustrato).

Observaciones: Durante la incubación, en una repetición del T3 y otra del T1 se observaron (en los sustratos) zonas con color café verdoso, síntoma que indicó el ataque de una bacteria, pero no causó la pérdida completa del sustrato.

4. Fase de Producción

En esta fase los sustratos se llevaron a otro cuarto con las condiciones apropiadas para esta etapa. En el T1 los cuerpos fructíferos empezaron a salir a los 24 días de la siembra, en el T2 a los 28 días y en el T3 a los 30 días. Cuando los primordios empezaron a aparecer se quitaron las bolsas de los sustratos para que permitieran su crecimiento. La temperatura osciló entre 18 a 30°C durante la fructificación; y la humedad relativa se mantuvo entre 60 y 95%.

Cuando la temperatura del cuarto estaba entre 25 a 28°C y la humedad relativa de 60 a 70%, se regaba 3 veces al día; pero normalmente se aplicaron dos riegos.

Observaciones: Durante la fructificación se observaron mosquitos entre los sustratos, la mayoría del género *Megaselia*, pero no ocasionaron pérdidas considerables en los cuerpos fructíferos de las setas.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando las setas tenían un tamaño considerable, con el sombrero bien abierto. En el T1 la primera corta se realizó a los 30 días de la siembra y la segunda a los 11 días después de la primera; en el T2 la primera se realizó a los 35 días y la segunda 10 días después de la primera; en el T3 la primera corta se realizó a los 37 días de la siembra y a los 8 días, la segunda.

La corta de las setas se hizo por “oleadas” con un cuchillo de buen fillo; para posteriormente separarlos por individuos y así hacer las mediciones.

3.4 Mediciones de las variables.

Después de cada corta se realizaron las siguientes mediciones: con la ayuda de un vernier digital se tomó la altura del pie en milímetros desde la base donde se cortaron las setas hasta donde empiezan las láminas; se midió también el diámetro del pie en milímetros; con una regla se midió la cobertura del sombrero en centímetros tomando el diámetro mayor y el

menor para sacar el diámetro promedio del sombrero en centímetros y con una balanza se pesaron las setas en gramos para obtener la Eficiencia Biológica (EB) en relación al peso seco del sustrato.

3.5 Análisis estadístico

Para todas las variables se realizó el análisis de varianza utilizando el programa de cómputo Excel 98, en el sub programa análisis de datos; cuando el ANVA obtuvo diferencias significativas, se procedió a realizar prueba de contrastes ortogonales como en el caso de EB para saber cuál es el mejor tratamiento utilizando el paquete de diseños experimentales versión 1.4. de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L.; de Olivares (1989).

□□ Planteamiento de los contrastes ortogonales; $t-1= 2$ contrastes.

C1= 100% trigo vs sotol + trigo, 100% sotol (T3 vs T1, T2).

C2= 50% trigo + 50% sotol vs 100% sotol (T1 vs T2).

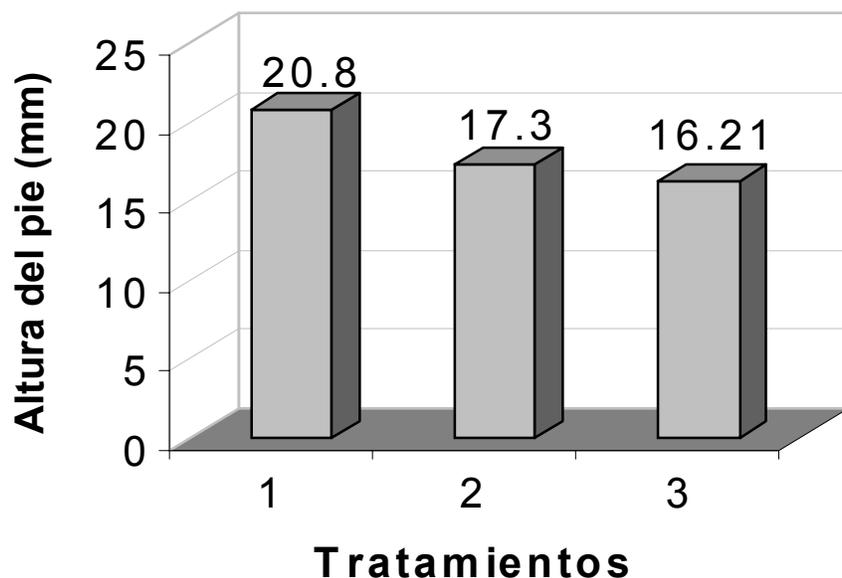
□□ Coeficiente de los contrastes de los contrastes ortogonales

	T1	T2	T3
C1	-1	-1	2
C2	1	-1	0

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura del pie o estípote de las setas (mm).

En el análisis de varianza para esta variable se obtuvo una $F_c=0.7240$; analizándolo con la F de tablas de 4.26 y 8.02 a un alfa de 0.05 y 0.01 respectivamente; F_c está debajo de los dos valores de tabla, por tal razón estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (apéndice.1), por lo tanto, no se procedió a realizar la prueba de contrastes ortogonales. La igualdad de los valores promedios se pueden apreciar en la gráfica 1.

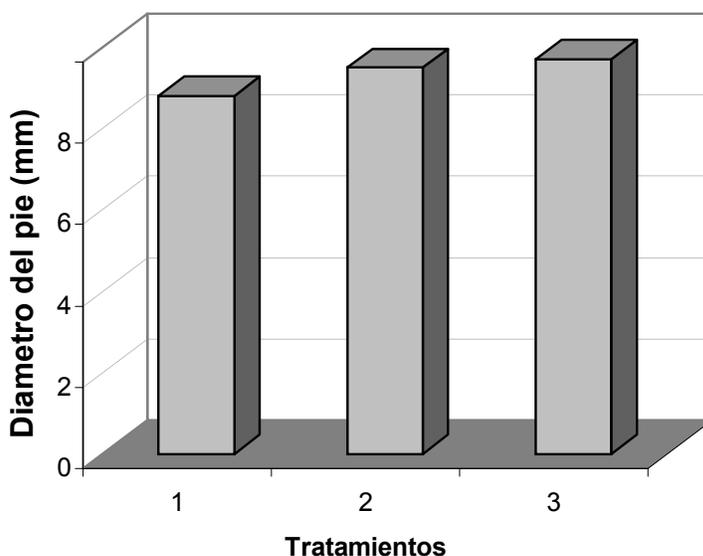


Gráfica 1. Altura promedio del pie (o estípote) en milímetros, obtenido de los carpóforos del *Pleurotus ostreatus*.

García (1998) y Beltrán *et al.* (1995) coinciden en que el exceso de CO₂ provoca el alargamiento de los pies de las setas; de acuerdo con los resultados obtenidos, por la igualdad entre los tratamientos, posiblemente reflejan que los cuerpos fructíferos crecieron en las mismas condiciones; es decir, el rango de ventilación no varió entre los sustratos.

4.2 Diámetro del pie o estípote de las setas (mm).

El Análisis de varianza para esta variable presentó un $F_c=1.028$ a un alfa de 0.05 y 0.01 con F de tablas de 4.26 y 8.02 respectivamente (apéndice. 2); dado que F_c es menor que las de tabla, entonces todos los tratamientos son iguales; por lo tanto no se realizaron contrastes ortogonales, la igualdad de los promedios se muestra en la gráfica 2.

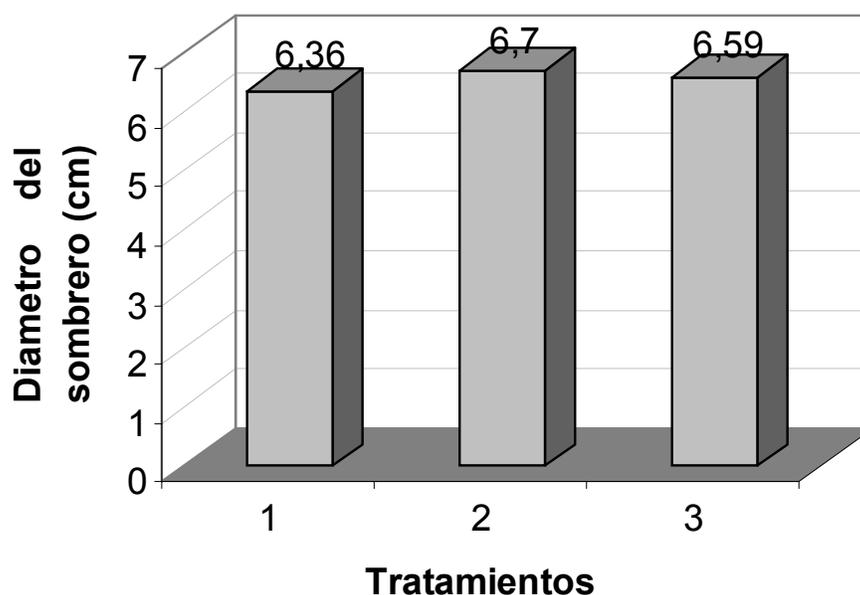


Gráfica 2. Diámetro promedio del pie (mm) del *Pleurotus ostreatus*.

Beltrán *et al.* (1995) menciona que la falta de luz provoca adelgazamiento del pie de las setas; por la igualdad entre los tratamientos, se atribuye que las condiciones de luz fueron iguales para todos los sustratos.

4.3 Diámetro del sombrero o píleo (cm)

El resultado de la Fc en el análisis de varianza fue de 0.204, comparándolo con F de tablas a un alfa de 0.05 y 0.01, Fc queda debajo de los dos; por lo tanto no hubo diferencias entre tratamientos (apéndice 3); la igualdad de los tratamientos se aprecia en la gráfica 3.



Gráfica 3. Diámetro promedio del sombrero de los carpóforos (cm) del *Pleurotus ostreatus*

Por la igualdad de los resultados obtenidos, se concluye que los nutrientes disponibles en los sustratos no influyeron de forma significativa para provocar una variación en el tamaño de los carpóforos entre los tratamientos.

Las dimensiones del sombrero que se midieron en este trabajo, están dentro del rango reportado por los autores; esto quiere decir que posiblemente se mantuvo una ventilación adecuada. Por otra parte la igualdad de estos datos indica que posiblemente la humedad se distribuyó de modo uniforme para los sustratos, ya que la falta de humedad en las setas, provoca la reducción del sombrero.

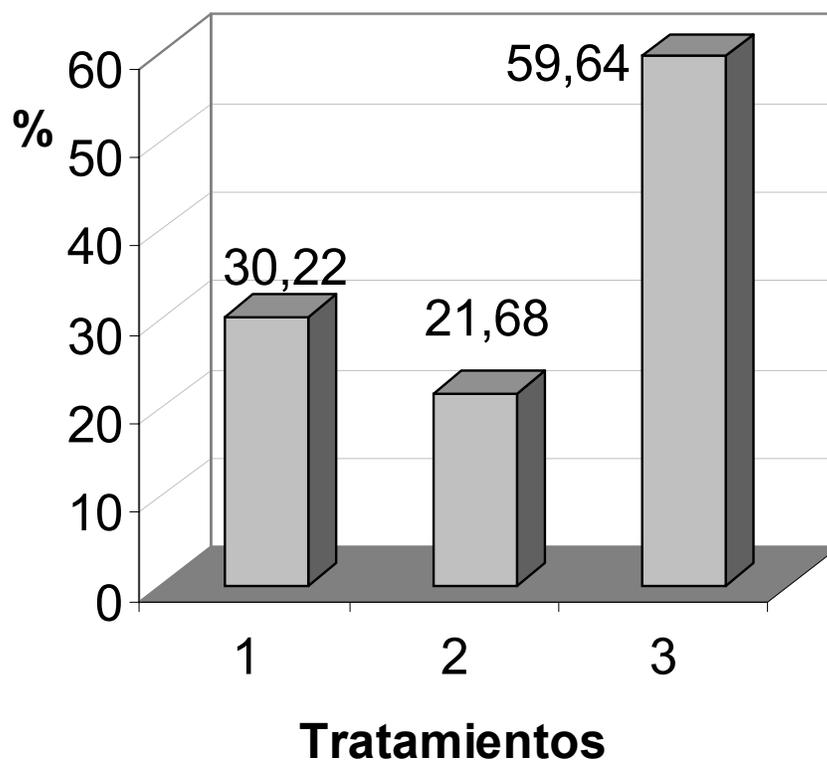
4.4 Eficiencia biológica (%).

El análisis de varianza para esta variable arrojó un $F_c = 9.185$; comparándolo con F de tablas de 4.26 y 8.02 a un alfa de 0.05 y 0.01; respectivamente; F_c queda arriba de las dos F de tablas (apéndice 4), por lo tanto la diferencia fue altamente significativa entre los tratamientos.

La Eficiencia Biológica se determinó a base del peso fresco del hongo; el tratamiento T3 (100% paja de trigo) obtuvo una EB del 59.65%; el tratamiento T1 (50% trigo más 50% sotol) mostró una EB del 30.22% y el T2

presentó una EB del 21.68% considerando este último con menor eficiencia (gráfica 4).

La producción de hongos, fue de 1670.01 gramos para el tratamiento T3, 728.61 para el T2 y 930.9 gramos para el T1; con un peso total del sustrato de 2800, 3600 y 3080 gramos respectivamente. En todos los tratamientos se realizaron dos cortas.



Gráfica 4. Eficiencia Biológica de los sustratos expresados en porcentajes en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

Al realizar la prueba de contrastes ortogonales, se encontró que el T3 supera de forma altamente significativa a los T1 y T2 como grupos, y la diferencia entre estos dos no fue significativa (ver apéndice No.5).

El rendimiento de los tratamientos no fue igual, dado que la Eficiencia Biológica del tratamiento T3 sobrepasa significativamente a los dos restantes; posiblemente por los nutrimentos presentes en los tratamientos. Se observó que los tratamientos 1: 50+50 y el 2: 100% bagazo de sotol, más en el dos que en el uno, la invasión del micelio fue muy escasa, posiblemente por el pH alto, su consistencia fibrosa y la presencia de alcoholes; también al momento de regar, la penetración de la humedad fue más lenta; estos factores pudieron haber contribuido a que el bagazo del sotol al 100% haya tenido un rendimiento muy bajo.

Sustratos utilizados	Especie	Eficiencia Biológica	Autores y año
Zacate buffel + periódico	<i>Pleurotus djamour</i>	58.7%	Gaitán-Hernández, 1993
Zacate Bufel fermentado	<i>P. djamour</i>	54.1%	“
Viruta de encino	<i>P. djamour</i>	26%	“
Bagazo de henequén	<i>P. ostreatus</i>	0%	“
Residuos del orégano	“	117.31%	Tellez <i>et al.</i> 1991
Vaina de frijol	<i>Pleurotus spp.</i>	75%	Bautista <i>et al.</i> 1991
Cáscara de cacahuete	<i>P. ostreatus</i>	85.44%	Bernabé y Arzeta, 1994
Hojas secas de maíz	“	144.85%	“
Bagazo de henequén	“	51.46%	Burgos <i>et al.</i> 1993
Rastrojo de haba	“	99.8 a 137.6%	Sobal <i>et al.</i> 1993
Rastrojo de frijol	“	113.5 a 118 %	“
Paja de cebada	“	62.2 a 78.1%	“
Bagazo de caña de azúcar	“	14.15%	Martínez-Carrera, <i>et al.</i> 1990
Pulpa de cárdamo (Elettaria)	“	113.64%	Morales <i>et al.</i> 1987
Bagazo de <i>Agave</i> tequilero	“	60.2%	Guzmán-Dávalos, 1987
Corteza de pino	“	7.3%	Naranjo-Jimenez <i>et al.</i> 1998
Fibra de coco	“	80.6%	Bernabé <i>et al.</i> 1993
Pulpa de café	<i>Pleurotus spp.</i>	17.51%	Martínez-Carrera <i>et al.</i> 1988.
100% paja de trigo	<i>P. ostreatus</i>	59.64% *	El Autor del presente trabajo
50%trigo+50%bagazo de sotol	“	30.22 %*	“
100% bagazo de sotol	“	21.68 %*	“

Cuadro 5. Eficiencias biológicas que se han obtenido al probar diferentes tipos de sustratos en el cultivo de *Pleurotus*. spp. en México. * Resultados del presente trabajo.

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

Para las variables altura y diámetro o grueso del pie, estadísticamente se mostró que no hubo diferencias significativas; estos datos servirán, en conjunto con otros trabajos, para describir de una forma más completa al hongo comestible *Pleurotus ostreatus*; los rangos promedios en milímetros para el pie, oscilaron de 16.21 a 20.8 milímetros y en grueso de 8.8 a 9.7 milímetros.

Respecto al promedio del “sombrero”, los nutrientes de los sustratos no influyeron de manera significativa como para ocasionar una diferencia en cuanto a las dimensiones de los sombreros; además, sí están dentro del rango las medidas que señalan los autores consultados.

En base a los resultados obtenidos para la variable Eficiencia Biológica, es conveniente usar los residuos del sotol al 100% para el cultivo casero de *Pleurotus ostreatus*, en donde se localizan “vinatas” y poblaciones aledañas. Aunque su Eficiencia Biológica fue baja; está arriba de la EB del sustrato que Martínez-Carrera *et al.* (1988) señalan como adecuado para su utilización en el cultivo de setas comestibles.

A consecuencia de lo anterior, quedan satisfechos los objetivos planteados al inicio de este trabajo, contribuyendo así a mantener el equilibrio ecológico utilizando estos desechos. Creemos también que es posible proporcionar alternativas alimenticias a los ejidos que tienen “vinatas” y poblaciones aledañas.

Con la prueba de este bagazo y con otros residuos, se tendrían sustratos que se consideran desechos silvoagroindustriales que están disponibles para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el Noreste del país.

2. Recomendaciones

Si se retoma el trabajo de utilizar el bagazo del sotol como sustrato, es conveniente moler o desmenuzar los bagazos del sotol en partes más pequeñas, así como dejarlo secar por más tiempo antes de su inoculación, porque según las observaciones que se hicieron, el sotol retiene más el agua que la paja de trigo después de la pasteurización.

En el Norte del país es conveniente probar otros tipos de sustratos silvoagroindustriales como el cortadillo, desechos de la lechuguilla y otros que posiblemente darían muy buenos resultados.

VI RESUMEN

Los hongos, aparte de ser comestibles, tienen la capacidad de sintetizar la celulosa y lignina que se encuentran en los desechos silvoagroindustriales, y su cultivo es la simulación de las condiciones de su ambiente natural. El objetivo del presente trabajo fue probar el bagazo del sotol de la destiladora de vino de San Juan de Cedros, Mazapil, Zacatecas, en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, y a su vez, proporcionar una alternativa alimenticia a este ejido y comunidades aledañas.

El presente trabajo se estableció con un diseño completamente al azar de tres tratamientos con cuatro repeticiones siendo un total de doce unidades experimentales: T1: 50%trigo+ 50%sotol; T2: 100%sotol, T3: 100%trigo. Tanto la paja de trigo, como el bagazo del sotol destilado y fermentado durante tres días, se pasteurizaron durante 15 minutos de 80 a 100°C en una tina, se dejaron enfriar, se inocularon y se llevaron al cuarto de incubación; durante esta etapa la temperatura de los sustratos osciló entre 13-20°C. En la etapa de producción la temperatura varió de 18 a 28°C y la humedad relativa entre 60 a 95%.

La altura del pie o estípite mostró un resultado entre 16 a 21 (mm) con diámetros de 8.8 a 9.7 (mm) y el diámetro promedio del sombrero o píleo osciló entre 6.3 y 6.7 (cm), la igualdad entre tratamientos posiblemente sea por las condiciones de aire, temperatura, humedad relativa y luz en que crecieron las setas fueron las mismas para todos los sustratos.

Los resultados para la eficiencia biológica fueron los siguientes: T1: 30.22%; T2: 21.68%; T3: 59.64%, siendo el más bajo el T2, posiblemente por el Ph, alcoholes que contiene y la consistencia coriácea del sotol; pero si es recomendable para el cultivo casero del *Pleurotus ostreatus* sobre estos residuos.

VII LITERATURA CITADA.

- Andrade Melchor, R.L. (1995). Evaluación de sustratos para la producción del hongo comestible Shiitake (*Lentinus edoes* Berck). En: Marroquín, J. (Ed). Memorias III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos, Nuevo León, México. Publicación Especial No. 15 T.II: 715:728. ISSN-0185-6332. México.
- Avila, R.L.E. (1997). Evaluación financiera de una planta rural de setas comestibles (*Pleurotus* spp) diseñada bajo tecnología ambiental en el sur de Jalisco, México. Tesis profesional. Chapingo, México.
- Beltrán Villeda, E.; Campos, L.L.E.; López, R.B.; Oviedo, V.R.; Rodríguez, R.J. y Tovar M.G. (1995). Producción Comercial de Setas (*Pleurotus* spp.). Manual de Setas y Champiñones S. A de C.V. México.
- CENTENAL, (1975). Carta topográfica de Saltillo, G14. 1ª Edición.
- Cruz Hernández, A. (2000). El poder curativo de los hongos. Edición Selector, México. ISBN. 970-643-258-2
- Diego, F. (1979). Setas (hongos) Ediciones Mundi- prensa, España.
- Gaitán Hernández., R. (1993). Cultivo de *Pleurotus djamour* en zacate buffel, viruta de encino y bagazo de henequén. En J, G. Marmolejo y F. Garza-Ocañes (Editores) “ Contribuciones micológicas en homenaje al Biólogo José Castillo Tovar, por su labor en pro de la micología Mexicana.” Reporte científico Especial No. 13: 111-115 pp (UANL-Linares, Mexico).
- García Rollan, M. (1976). Hongos de la Madera (Basidiomicetos). Ministerio de Agricultura (Publicación de Extensión Agraria). Madrid. 243 pp.
- García Rollan, M. (1985). Nuevas técnicas de cultivo del *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras No. 8, Madrid.
- García Rollan, M. (1998). Cultivo de Setas y Trufas. Tercera edición., ediciones Mundi- prensa, España.

- García Sánchez, A. (1952). Comparación del sotol y la alfalfa en la alimentación de vacas lecheras. Tesis profesional. UAAAN.
- Guzmán Gastón, (1980). Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Limusa. México. 452pp.
- Guzmán Dávalos, L.; Martínez, C.L.; Morales, D. y Soto, C. (1987). El cultivo de hongos comestibles *Pleurotus* sobre el bagazo del maguey de la industria tequilera.(Inst. Bot., Univ. Guadalajara; Zapopan, Jalisco, Mex.). Revista Mexicana de Micología. No. 3, p 47-49
- 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, L. (1967). Identificación de Hongos Comestibles, Madrid, España p24-27
- López, R.A. (1995). Cultivo de setas. Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver.
En: <http://www.uv.mx/institutos/forest/hongos/setas.html>.
- Martínez Carrera, D.; Morales, P.; Sobal, M. (1990). Cultivo del *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. (CEICADAR, Puebla, Pue, Mex.). Micología Neotropical Aplicada No. 3 p 49-52
- Morales Luna, F. (2000). Comunicación personal sobre la situación de trabajos con setas en el estado de Coahuila. Maestra investigador del Departamento de Agrotecnia de la UAAAN.
- Morales, P.(1987). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de cárdamo. (INIREB, Xalapa, Veracruz, Méx.). Revista Mexicana de Micología No. 3 p71-73
- Naranjo Jiménez, N.; Herrera-Corral, J.; Avila-Reyes, J; Almaraz-Albarca, N. (1995). Cultivo de hongos comestibles. Parte II. Crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en mezclas de paja de frijol con bagazo

de *Agave mezcadero*. (CIDIIR-IPN-Dgo. Durango, Mex.), UBAMARI; Revista hispanoamericana de ciencia y tecnología. Vol. 11 (36): 31-33

Naranjo Jiménez, N.; Almaraz, A.N.; Herrera, C.J.; Avila, R.J. (1998). Corteza de pino en el cultivo del hongo comestible (*Pleurotus* sp.). En Raya, G.D. 1998 (Ed). II Congreso Mexicano de Productos Forestales. Morelia, Mich; México. p32

Olivares Sáenz, E. (1989). Paquete de diseños experimentales; versión 1.4 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L.

Ortega, R. y Villavicencio (s.f). Aspectos socioeconómicos y de comercialización del sotol, derivados de su explotación en la Comarca Lagunera. Boletín Informativo. CIRNOC-INIFAP. Coahuila, México.

Perala Santolaria, J. (1993). Setas. Segunda edición. Madrid. p 13 y 7

Quimio, T.H.; Chang, S.T. and Royse, D.J. (1990). Technical guidelines for mushroom growing in the tropics. F.A.O. m-11 ISBN 92-5-103026-X.

Ramírez Díaz, J.A. (2000). Comunicación personal. Departamento Forestal UAAAN.

Rzedowski Jerzy, (1988). Vegetación de México. Ed. Limusa, México. ISBN 968-18-0002-8.

Rivera, Q, J. R. (1987). Aprovechamiento de candelilla, orégano y sotol en la Comarca Lagunera. Tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo.

Romero, Cova, S. (1993). Hongos Fitopatógenos. Primera edición UACH, México.

- Rodríguez, M.R.(1996). Caracterización de cepas del hongo comestible (*Pleurotus* spp.) en medios de cultivos y su evaluación en sustratos lignocelulósicos forrajeros para la producción de carpóforos. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Ruíz, O.M. (1985). Tratado Elemental de Botánica. Editorial E.C.L.A.L.S.A
- Seymour, J. (1979). La Naturaleza de las Setas, 1^{era} ed. Ediciones Castell, Barcelona.
- Sobal, M.; Morales, P.; Martínez-Carrera, D. (1993). Utilización de los rastrojos del haba y frijol como sustrato para el cultivo del *Pleurotus*. Laboratorio de Biotecnología en Hongos comestibles, Puebla, Pue., México). *Micología Neotropical Aplicada* (6) 137-141
- Villegas de G. A. (1996). Biotecnología Intermedia en México. primera ed. Chapingo, México.
- Velázquez Delín, N. (1995). Producción del hongo ostión o de cazahuate (*Pleurotus* spp.).Revisión bibliográfica. Universidad Autónoma Chapingo.

VIII APÉNDICE

No. 1 ALTURA PROMEDIO DEL PIE (mm)

TRAT	R E P E T I C I O N E S				SUMA	PROMEDIOS
	1	2	3	4		
1	29.5583	14.6615	13.1150	2.60615	83.3963	20.8491
2	20.1818	16.0133	15.5750	1.75240	69.2941	17.3235
3	13.2488	14.2914	13.4621	2.38211	64.8234	16.2059
					217.5138	

ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	0.01
TRAT	2	46,9843181	23,4921591	0,72398565 NS	4.26	8.02
ERROR	9	292,035391	32,4483767			
TOTAL	11	339,019709				

C.V = 31.4261%

No. 2 DIÁMETRO PROMEDIO DEL PIE (mm)

R E P E T I C I O N E S

TRAT	1	2	3	4	SUMA	PROMEDIOS
1	8.1139	10.6346	9.1300	7.4923	35.3708	8.8427
2	10.1091	9.5133	9.9563	8.4880	38.0667	9.51667
3	9.5070	9.6657	10.3034	9.4974	38.9735	9.7434
					112.4110	

ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	0.05	0.01
TRAT	2	1,75580086	0,87790043	1,02790141	NS	4.26	8.02
ERROR	9	7,68663592	0,85407066				
TOTAL	11	9,44243678					

C.V =9.87%

NS = No significativo, * = Significativa, ** = Altamente significativo

No.3 DIÁMETRO PROMEDIO DEL SOMBRERO (CM)

R E P E T I C I O N E S

TRAT	1	2	3	4	SUMA	PROMEDIOS
1	5.3228	7.0231	6.9875	6.1092	25.4428	6.3607
2	6.6500	6.8433	7.6937	5.5972	26.6342	6.6961
3	6.5865	5.7743	7.0814	6.9281	26.3703	6.5926
					78.4468	

ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	0.05	0.01
TRAT	2	0,2359065	0,11795325	0.2034	NS	4.26	8.02
ERROR	9	5,22013671	0,58001519				
TOTAL	11	5,45604321					

C.V. =11.63%

No. 4 EFICIENCIA BIOLÓGICA

R E P E T I C I O N E S

TRAT	1	2	3	4	SUMA	PROMEDIOS
1	31.84	50.71	23.42	14.92	120.89	30.2225

2	11.64	26.65	26.39	22.05	86.73	21.6825
3	76.47	43.94	68.39	49.77	238.57	59.6425
					446.19	

ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	0.05	0.01
TRAT	2	3172,5728	1586,2864	9.1849996**	4.26		8.02
ERROR	9	1554,33623	172,704025				
TOTAL	11	4726,90903					

No. 5 PRUEBA DE CONTRASTES ORTOGONALES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	0.05	0.01
CONTRASTE 1	1	3026.70996	3026.70996	17.5254**		5.12	10.56
CONTRASTE 2	1	145.86316	145.86316	0.8446NS		5.12	10.56
ERROR	9	1554.33623	172.70403				

NS = No significativo, * = Significativa, ** = Altamente significativo

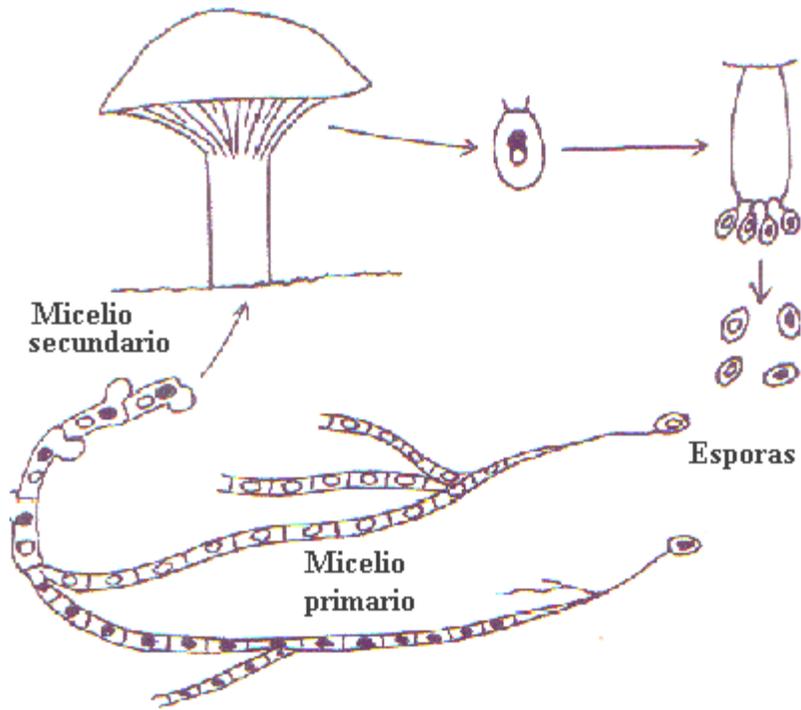


Figura 6. Ciclo reproductivo de las setas
Fuente: Adaptada de García Rollan, (1998).