

9

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**CAMPUS ARAGÓN**

**PRODUCCIÓN DE HONGO SETA (*Pleurotus  
ostreatus*) EN EL VALLE DE MÉXICO**

297157

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN PLANIFICACIÓN  
PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO**

**P R E S E N T A N:  
GRANDE YÉPEZ MÓNICA  
MARTÍNEZ ORTIZ JAHAZIEL**

**DIRECTOR DE TESIS:  
BIOL. RAMIRO RÍOS GÓMEZ**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# Agradezco

A Dios

Por permitirme llegar a este momento.

A Mis padres

Cresencio y Ofelia

Con el más profundo sentimiento de admiración cariño y respeto, quienes siempre me apoyan y están a mi lado en los momentos más difíciles, creyendo en mí y haciendo posible la realización de este importante logro que, también es suyo.

Ziad

Gracias hijo por estar conmigo y darme parte de tu tiempo para poder realizar esto.

Lo hice por ti y para ti.  
Te amo y eres la persona más importante de mi vida.

A esa persona que siempre estuvo a mi lado en este trabajo

Por tus palabras siempre de aliento en mis momentos de flaqueza

MONICA GRANDE YEPEZ

Dios

Gracias, por darme la fortaleza y la fe de seguir luchando día a día para alcanzar una mas de las metas trazadas en mi vida.

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a finalizar este, omitiendo sus nombres por si alguno se me fuese a olvidar.

Solamente uno sabe los sacrificios, desvelos, tristezas, alegrías, los buenos y dulces recuerdos que junto con este trabajo nos acompañaron en toda su realización, dejándonos muy bonitos recuerdos a los que trabajamos muy de cerca.

Como todo en la vida tiene un principio y un fin, el de este trabajo llegó a su termino dejándonos muchas cosas positivas, gracias a mi compañera que en las buenas y en las malas siempre estuvimos juntos, sigue adelante tu puedes. lo logramos.

JHAZIEL MARTINEZ ORTIZ

## Agradecimientos

A nuestro director de tesis:

Ramiro Ríos Gómez

Por honrarnos en ser parte de este equipo de trabajo,  
impulsándonos a concluir esta meta, con sus palabras de  
apoyo y su valiosa dirección.

Por ser una persona sencilla y dispuesta a ayudar.

MONICA GRANDE YEPEZ  
JHAZIEL MARTINEZ ORTIZ

# ÍNDICE

I. Resumen.	1
II. Introducción.	4
III. Revisión Bibliográfica.	4
3.1 Definición.	4
Descripción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .	4
Taxonomía del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .	5
Morfología y estructura de los hongos.	6
Reproducción de las setas.	6
Valor nutricional.	7
Partes fundamentales del cuerpo fructífero.	8
3.2 Cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> .	9
Historia de <i>Pleurotus ostreatus</i> en México.	9
Cultivo de un hongo comestible.	10
Preparación de inóculo.	10
Aislamiento y mantenimiento de cepas.	11
Producción de inóculo.	11
Selección y tratamiento del sustrato.	12
Fermentación.	15
Hidratación.	16
Pasteurización.	16
Siembra.	18
Incubación.	19
Producción.	21
Cosecha.	22
3.3 Aspectos complementarios.	23
Puntos críticos en la tecnología de producción.	23
Utilización del material residual del cultivo de hongo.	24
Sistemas alternativos de siembra.	24
Planta productora.	26
Plagas y enfermedades.	28
Comercialización.	31
Presentación de los hongos en el mercado.	32
IV. Objetivos.	34
4.1 Objetivo general.	34
4.2 Objetivos específicos.	34
V. Metodología.	35
VI. Resultados y discusión.	37
VII. Conclusiones y recomendaciones.	76
VIII. Literatura citada.	78

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Producción de hongo seta en los tres cortes realizados.	49
Gráfica No. 2 Producción con respecto al color de la bolsa.	50
Gráfica No. 3 Producción de acuerdo con el número de orificios en condiciones de luz.	51
Gráfica No. 4 Producción con respecto a la cantidad de micelio en obscuridad.	54
Gráfica No. 5 Producción comparando el color de bolsa.	55
Gráfica No. 6 Producción con relación a la cantidad de orificios bajo condiciones de obscuridad.	55
Gráfica No. 7 Rendimiento del hongo seta bajo diferentes factores del ambiente. a) Bolsa transparente 200 g. de micelio. b) Bolsa transparente 150 g. de micelio. c) Bolsa negra 200 g. de micelio.	56
Gráfica No. 8 Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en luz y obscuridad. a) Bolsa transparente con 25 orificios y 200 g. de micelio. b) Bolsa transparente con 12 orificios y 200 g. de micelio. c) Bolsa negra con 25 orificios y 200 g. de micelio. d) Bolsa transparente con 25 orificios y 150 g. de micelio.	57
Gráfica No. 9 Comparación de la producción de <i>P. ostreatus</i> bajo condiciones de luz. Primer experimento con orificios de 2 mm. y segundo experimento con 40 orificios de 1 mm. ó menos.	59
Gráfica No. 10 Efecto del número de orificios en la producción del hongo seta.	59
Gráfica No. 11 Comparación del rendimiento de <i>Pleurotus ostreatus</i> durante los dos experimentos con diferente número de orificios.	60

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1 Estado actual en que se realiza la producción del hongo seta y su comercialización.	37
Cuadro No. 2 Temperatura y humedad registrada durante la fase experimental.	48
Cuadro No. 3 Rendimientos en g. obtenido de hongo seta durante los tres cortes.	52
Cuadro No. 4 Producción de setas en condiciones de luz y obscuridad.	57
Cuadro No. 5 Costos variables para la producción de hongo seta.	61
Cuadro No. 6 Costos fijos en producción de <i>P. ostreatus</i> .	62
Cuadro No. 7 Inversión fija en la producción de <i>P. ostreatus</i> .	64
Cuadro No. 8 Inversión diferida en la producción de hongo seta.	65
Cuadro No. 9 Activo circulante.	65
Cuadro No. 10 Pasivo circulante.	66
Cuadro No. 11 Inversión total inicial.	66
Cuadro No. 12 Amortización de la deuda.	68
Cuadro No. 13 Depósitos mensuales para solventar la amortización de la deuda.	68
Cuadro No. 14 Depreciación de la infraestructura física.	69
Cuadro No. 15 Presupuesto de ingresos por ventas.	69
Cuadro No. 16 Presupuesto en costos de producción.	69
Cuadro No. 17 Estado de resultados pro-forma.	70
Cuadro No. 18 Periodo de recuperación de la inversión.	71
Cuadro No. 19 Flujo Neto de efectivo.	73



## I. RESUMEN

La crisis económica que vive el país a puesto en peligro la posibilidad de alimentar a la población y la biotecnología agroalimentaria es la esperanza del futuro de los seres humanos en materia de alimentos. No obstante, también la producción de hongo comestible puede convertirse en una alternativa no convencional para el sistema alimentario mexicano.

La presente investigación ha tenido como objetivo describir el proceso de producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo seta) por pequeños productores en el Valle de México, así como aplicar la metodología comúnmente seguida por estos para adaptarla a nivel doméstico y hacer factible esta actividad de autoconsumo.

Para ello se visitaron 15 productores ubicados en el D.F.: Delegación Cuajimalpa, Xochimilco, Milpa Alta, Tláhuac y en el Estado de México en el poblado de Tepetlaoxtoc. Las visitas permitieron conocer la metodología empleada y la estructura física en la que se realiza esta actividad. Con estas bases y la revisión bibliográfica fue posible elaborar un procedimiento que fue puesto en práctica a nivel domiciliario para la producción del hongo. Se realizaron 2 experimentos, el primero comparando en condiciones de luz y oscuridad las variables de No. de orificios y cantidad de micelio, tanto en bolsa transparente como en bolsa negra, realizando en cada caso 3 repeticiones para lograr un total de 24 unidades experimentales; en el segundo experimento se utilizaron los resultados óptimos obtenidos en el primero, para las diferentes variables estudiadas.

Se encontró que 200 g. de inóculo por bolsa son suficientes para obtener los mismos resultados promedio que reporta la literatura. La bolsa transparente es la más recomendable con 40 orificios de 1 mm. de diámetro, a fin de controlar la infección del cultivo por la mosca de los hongos. En caso de presentarse esta plaga puede ser combatida utilizando un macerado de ajo, cebolla y epazote en porción 1:1:1. Debe realizarse un máximo de 3 cortes, un cuarto no resulta recomendable por requerir tiempo, espacio, mano de obra y arrojar no más de 200g. de producto por bolsa.

## II. INTRODUCCIÓN

La humanidad ha obtenido la mayor parte de los satisfactores alimentarios necesarios para su desarrollo gracias a la agricultura.

Sin embargo, en los últimos años se ha observado un aumento de la demanda alimentaria mundial, debido fundamentalmente al acelerado crecimiento poblacional y al aumento de la capacidad de compra de los consumidores, principalmente en los países desarrollados. La satisfacción de esta demanda se logra cada vez más a costa de la mayor degradación ecológica del ambiente.

Las causas principales en la falta de producción de alimentos se deben a sequías, excesivas lluvias, heladas o crudos inviernos.

México ante la situación alimentaria que vive necesita hábilmente apoyar todas y cada una de las posibilidades tanto en materia de investigación como en la puesta en marcha de proyectos productivos.

Alcanzar y mantener la soberanía alimentaria en nuestro país requiere además de incrementar la productividad y utilizar tecnologías de punta que permitan mejorar los procesos productivos no convencionales.

La crisis económica en la que vivimos ha conducido a la humanidad a una encrucijada política que pone en peligro la estabilidad de los países en vías de desarrollo, sobre las posibilidades de alimentar a una población con serios problemas nutricionales ya que existe una declinación alarmante de la producción de alimentos y una disminución de rendimientos agrícolas, además de un marcado estancamiento y descapitalización del campo, existiendo un deterioro ambiental grave, y una nueva legislación agraria, lo que ha ocasionado un éxodo rural constante a las ciudades o al extranjero.

La biotecnología agroalimentaria es la esperanza del futuro de la humanidad en materia de alimentos y es ya, una actividad que paulatinamente se va haciendo una realidad en nuestro país.

La biotecnología de producción de hongos comestibles puede convertirse en una actividad agroindustrial no convencional e importante para el sistema alimentario mexicano, pues permite:

- Mejorar el aprovechamiento de los subproductos utilizados para la producción de los hongos comestibles, apoyando así el esfuerzo ecológico de la agricultura sostenible.
- Contribuir a la producción de alimentos, generando un producto de alto valor proteínico.

Otra ventaja de esta agroindustria es que favorecería la generación de empleo en el sector rural y urbano, mediante la creación de empresas comercializadoras.

Los productores de *Pleurotus ostreatus* son básicamente micro, pequeñas empresas y contadas medianas empresas.

El cultivo de esta especie se inicia aproximadamente en 1974, a partir de esa fecha se ha extendido y hoy existe una estructura industrial altamente automatizada, que comprende a las empresas de *Pleurotus ostreatus* es en mucho, consecuencia de la simplicidad relativa de su tecnología de cultivo y esta a su vez, es resultado de la relativamente "simple" biología del espécimen, sin embargo, la demanda de setas se ha incrementado al grado tal que hoy existe producción insuficiente para satisfacerla, de hecho la zona productiva se encuentra en un 80% en la zona centro del país.

La gran mayoría de fuentes de información explica de manera genérica los pasos de la producción de hongos sin tomar en cuenta que sus requerimientos de crecimiento óptimo son específicos y no extrapolables.

La presente investigación tiene como finalidad describir la metodología de producción y adaptarla para hacer posible el cultivo de *P. ostreatus* a nivel domiciliario para propiciar el autoconsumo de esta fuente de alimento.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### DEFINICIÓN.

Los hongos son siempre bastante distintos a las plantas comunes, pues no tienen hojas, flores, frutos y carecen de ese colorante llamado clorofila que les da el color verde. Por otra parte, los hongos no pueden alimentarse como las plantas; necesitan de los restos de otros seres o vivir como parásitos de plantas y animales.

Los hongos productores de setas están formados por filamentos o hilos entrecruzados, que no se ven porque son muy delgados y están enterrados en el suelo. Este conjunto de hilos se llama micelio y es como una gran tela de araña hecha sin orden bajo tierra.

Cuando las condiciones de humedad y temperatura son las adecuadas, en algunos nudos de la red del micelio se forman los primordios, estos van creciendo hacia arriba hasta que salen fuera del suelo y se abren dando origen a las setas.

La seta es sólo una parte del organismo completo, la otra, el micelio, está enterrada y puede ocupar muchos metros cuadrados. Todas las setas son hongos pero todos los hongos no son setas (García 1997).

#### DESCRIPCIÓN DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*.

Se trata de un hongo, en su ambiente natural crece sobre árboles, tocones, arbustos y otras plantas leñosas, alimentándose a costa de su madera y destruyéndolo.

El sombrerillo o parte superior de la seta, es redondeado con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco. El borde está algo enrollado al principio. El tamaño depende de la edad oscilando de 5 a 15 cm. de diámetro, aunque pueden encontrarse ejemplares mucho más grandes. El color es muy variable desde gris claro o gris pizarra hasta pardo; con el paso del tiempo el color va palideciendo hasta tomar un tono amarillo sucio.

En la parte inferior del sombrero hay unas laminillas dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que los sostiene hasta el borde de aquel que están espaciadas unas de otras y son anchas, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Estas esporas son de tamaño microscópico oblongas y casi cilíndricas. Aunque no se distinguen a simple vista, cuando se depositan en masa forman una especie de polvillo harinoso denominado esporada de color blanco con cierto tono lila-grisáceo. La esporada se consigue fácilmente colocando un sombrero (sin pie) en su posición normal sobre un papel oscuro, durante unas horas.

El pie puede ser corto, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Su inserción suele ser algo lateral y su dirección ligeramente oblicua. Tanto su forma como su longitud dependen mucho de la situación del hongo. Si crecen varios juntos, que suele ser lo más frecuente, formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles, los pies están unidos unos a otros, son cortos y están cerca del borde, los sombreros suelen tener forma de abanico o riñón. Pero si crecen aislados, sobre una superficie horizontal, el pie puede ser largo, central y el sombrero perfectamente circular.

La carne es blanca, de olor fuerte, tierna al principio y después correosa.

Se suele encontrar en los bosques, sobre todo, en la base de árboles de hoja ancha, en otoño e inviernos templados. En sitios húmedos puede encontrarse también en otras épocas (García 1991, García 1992, Montarnal 1970, Becker 1989, Guzmán 1980, López 1990).

#### TAXONOMIA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*.

Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*.

Del griego *Pleuró* o *pleurón*, costado, lado, costilla, y el sufijo latino *otus* del griego *otós*, oreja con la *des*. Latín *us*, con alusión en forma de la fructificación y al himenóforo laminar de la misma (Ulloa y Herrera 1990, Guzmán 1993).

La segunda palabra latina viene de *ostea*, ostra u ostión, porque los casquetes de este organismo afectan la forma de las conchas marinas (Tablada 1986).

Reino	Fungi
División	Eumycota
Subdivisión	Basidiomyceta
Clase	Holobasidiomycetes
Subclase	Hymenomycetidae
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataceae
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>P.ostreatus</i>

Fuente: Chang y Hayes 1978; Guzmán 1993.

Hongo de Cazahuate (nombre criollo); Cazahuanácatl (nombre azteca); Seta del Olmo (nombre español); *Pleurotus ostreatus* (nombre científico latino). He aquí un caso en que la nomenclatura sinonímica es completa, y aun puede aumentarse, porque este mismo hongo, que en tierra caliente, donde crece el cazahuate, toma el nombre de este árbol y medra a su sombra, en la altiplanicie donde abunda el agave se llama "Hongo de Maguey" por brotar entre sus pencas inferiores (Tablada 1986).

Hábitat.- Sus representaciones se desarrollan sobre madera viva o muerta, aunque también frecuentemente se localiza sobre restos de madera vegetal, incluyendo las palmeras, árbol de hule y sobre bambú (Ulloa y Herrera 1990).

El pH del sustrato es ligeramente ácido o neutro de 6 a 7. El pH se puede controlar por medio de la adición de carbonato de calcio en proporción de 2 al 4% por kg. de sustrato en el caso de subirlo o de sulfatos en la misma proporción, en el caso de bajarlo. En general, los hongos requieren pocos nutrimentos para su desarrollo y las sustancias esenciales son fuentes de carbono, nitrógeno, minerales y factores de crecimiento (Guzmán 1993).

## MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE LOS HONGOS.

El hongo es una masa algodonosa, generalmente blanca, que técnicamente se llama micelio y la cual crece sobre el sustrato en donde se desarrolla el hongo. La unidad microscópica fundamental de un hongo es la hifa, la cual es un filamento tabicado en la mayoría de las veces (Guzmán 1993, Guzmán 1995).

Los hongos microscópicos tienen cuerpos fructíferos macroscópicos. Dichas fructificaciones son a las que comúnmente se llama "hongos", por ejemplo, las fructificaciones del champiñón, de la seta o de cualquier hongo que crece en el jardín o en el bosque. Sin embargo, estas estructuras mal llamadas hongos, constituyen el fruto del verdadero hongo, el cual vive y se desarrolla en el suelo (o en el sustrato donde crecerá) (Guzmán 1993).

Las fructificaciones de los hongos constituyen los cuerpos reproductores o fructíferos, en los que el hongo forma sus esporas. Los hongos forman no cientos o miles de esporas, si no millones o billones, que se dispersan en el aire en la mayoría de las veces, con lo que aseguran su perpetuidad (Guzmán 1993).

## REPRODUCCIÓN DE LAS SETAS.

Los hongos productores de setas se multiplican mediante esporas, estas son capaces de producir, en condiciones favorables, nuevos hongos. A ello alude su nombre que en griego quiere decir semilla, aunque científicamente esto no sea exacto.

Las esporas son tan pequeñas que solo pueden verse en el microscopio. La mayoría mide entre 3 y 20 milésimas de mm. y pesan tan poco que una simple brisa puede llevarlas a muchos km.

La seta madura va dejando caer esporas del himenio en cantidad tan grande que si pudiéramos verlas parecería una lluvia continua. Algunas especies llegan a soltar muchos millones de esporas cada hora. Muchas de las esporas mueren por caer en sitios inadecuados, pero cuando alguna cae en un lugar donde encuentre condiciones necesarias

para vivir, entonces se abre y sale de ella una especie de filamento. Este fino hilo irá creciendo poco a poco, creando ramificaciones, uniéndose a los filamentos que salieron de otras esporas de la misma especie, hasta formar el micelio subterráneo. El micelio crece bajo la superficie del suelo en todas las direcciones, formando una red cada vez más amplia y más enmarañada. Después, en la época adecuada, algunas partes del micelio engruesan y forman unos bulbos que, al crecer originan las setas que asoman del suelo. Estas setas dejarán caer esporas de su sombrero y así comienza de nuevo el ciclo (García 1993).

## VALOR NUTRICIONAL.

Cultivar hongos comestibles en la actualidad se ha manifestado como una alternativa para satisfacer las necesidades proteicas y nutricionales de la población que habita en los países subdesarrollados, debido al bajo costo de producción, el alto contenido protéico obtenido, los altos rendimientos en pequeñas áreas y la obtención de una biomasa significativa en lapsos cortos de tiempo (Guzmán 1995).

Las setas son un sabroso alimento en cuya composición entran elementos nutritivos muy variados. Ciertamente poseen mucha agua (más del 85 %), pero lo mismo ocurre a las hortalizas, a la leche y a otros buenos alimentos. Al analizar cualquier seta comestible, se encuentran los principios alimenticios normales, incluso cantidades mínimas de alguna vitamina (del grupo B, D), variando mucho con la especie y la edad como es lógico (García 1993).

El valor nutricional de los hongos comestibles es alto, pues su contenido en proteínas alcanza hasta el 35% con base seca.

PRODUCTO	PROTEÍNAS (%)
Hongos comestibles	35
Trigo	13.2
Leche	25.2

Guzmán 1995.

Así mismo, tienen un alto contenido en vitamina B, B2, B12, C, D, Niacina y ácido pantotéico, ácidos grasos no saturados y un bajo contenido calórico (Guzmán 1995).

Los valores muestran que al comer tan solo 358.4 g. ó 436 g. de hongo fresco, se ingieren 10 g. de proteínas con 3170 mg. a 4320 mg. de aminoácidos esenciales dependiendo de la especie.

Por otro lado, los hongos también proporcionan ciertas cantidades de ácidos grasos insaturados (4%) con base en el peso seco, vitaminas pertenecientes al complejo B y minerales (calcio, fósforo y potasio).

Se han detectado cualidades medicinales en los hongos. Se aislaron diversos compuestos que han demostrado ser eficaces contra el cáncer y la formación de tumores, mediante la inducción de la formación de interferón. También se ha demostrado que la ingestión periódica de hongos reduce el nivel de colesterol en la sangre y consecuentemente la hipertensión arterial (Martínez - Carrera 1990).

Los hongos por su composición química han sido considerados como una excelente fuente de alimento, por lo cual es recomendable incluirlos en la dieta humana.

Los hongos como el *Pleurotus* presentan la capacidad de degradar y transformar compuestos que de otra forma no sería posible su aprovechamiento por el hombre, tal es el caso de la celulosa y hemicelulosa. Entre los múltiples compuestos de que es fuente el *Pleurotus* tenemos:

- Carbohidratos y fibra: Los carbohidratos son los principales constituyentes del *Pleurotus* y estos van del 46 al 82% y de estos el 4% es de carbohidratos solubles. Por otra parte el contenido de fibra es de alrededor del 7%.
- Grasas: La grasa cruda de este hongo incluye ácidos grasos libres, triglicéridos, esteroides y fosfolípidos. El principal ácido graso es el ácido oleico, siguiendo el ácido palmítico y linoleico.
- Vitaminas: El *Pleurotus* es rico en cierto número de vitaminas necesarias para el desarrollo del hombre. Su contenido vitamínico varía. Las principales vitaminas que proporciona este hongo son: la niacina, el ácido ascórbico, la vitamina B y ergosterol.
- Minerales: Las especies de *Pleurotus* presentan cantidades importantes de fósforo y potasio, también proporcionan calcio, y hierro, pero este último en cantidades insuficientes.
- Aminoácidos: Contiene los aminoácidos incluyendo todos los esenciales. Entre los que se encuentran en mayor cantidad se pueden mencionar: Leucina, valina, treonina, lisina, isoleucina, fenilalanina, tirosina, metionina, triptófano y cistina (Buedía 1993).

Hay que destacar primero su gran contenido en agua, que va del 70 al 95%, y que depende de la consistencia más o menos fibrosa de la especie. Se encuentran en ellas minerales, potasio y fósforo en particular. El contenido de lípidos es muy escaso, entre un 0,05 y un 2%, mientras que el de proteínas puede variar del 1 al 7%. El esqueleto de las setas está compuesto por una pseudocelulosa, llamada "hemicelulosa" que es inasimilable. En los hongos, también encontramos vitaminas diversas: A, B1, B2, C, ácido pantoténico (Backer 1989).

Flores (1997) realizó una investigación dando como conclusión que el porcentaje de proteína de *Pleurotus* es alto comparado con algunas especies vegetales y otras especies de hongos.

## PARTES FUNDAMENTALES DEL CUERPO FRUCTÍFERO.

El sombrero o pileo, protege a las láminas o himenio (Guzmán 1993). El sombrero de las setas suele ser primero esférico, muy convexo; luego se va abriendo aplanándose, e



incluso llega a ponerse, al hacerse viejo, hundido en el centro como un embudo. El crecimiento es muy rápido en algunas especies, a veces es cuestión de horas, pero en otras tiene lugar varios días.

La superficie del sombrero puede ser lisa, brillante o mate; puede estar seco al tacto, o suave y húmedo. Muchas veces la "piel" está cubierta de pelitos muy cortos que dan aspecto aterciopelado, o tienen escamillas con pelusa como mechoncitos; en otras ocasiones son escamas salientes, fibrillas que no sobresalen, trocitos de la cubierta levantados y verrugas desprendibles.

El borde puede presentar algunos detalles importantes: puede ser fino o grueso, saliente o remetido, incurvado o enrollado, con jirones, desfalcado, festoneado, ondulado, liso, estirado, acanalado, sellado o peludo (García 1993).

La lámina o himenio.- es la parte fértil del hongo y en donde se producen las esporas (Guzmán 1993). Es la parte de la seta que está en la cara inferior del sombrero, es muy importante está formada por laminillas. Estas láminas, delgadas como hojas de navaja, que cuelgan debajo del sombrero, pueden ser todas iguales o tener entre ellas otras más pequeñas cerca del borde del sombrero, que no llegan hasta el centro. Pueden ser muy numerosas y estar muy cerca unas de otras, o ser muy pocas y estar bien espaciadas. Pueden ser estrechas o anchas, según que su filo esté más o menos lejos de la carne del sombrero. Pueden ser sencillas o bifurcadas, incluso relacionadas unas con otras por ciertos empalmes.

El himenio, sea de la clase que sea, es una parte muy importante de la seta, pues en él se producen las esporas que sirven para que los hongos se reproduzcan (García 1993).

Pie o estipe: Tallo de los hongos.

## HISTORIA DE *Pleurotus ostreatus* EN MÉXICO.

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* iniciado en Europa, se ha extendido en Asia y E.U.A. y hace apenas unos años en América Latina. En México, en 1974 se inició su cultivo comercial, con cepas y tecnología europea, bajo el nombre comercial de "seta". *Pleurotus ostreatus* por su fácil adaptación, manejo y bajos costos en el cultivo, es el hongo que día a día se cultiva más comercialmente y poco a poco se desplaza a los mercados internacionales de las especies competitivas, como el champiñón, el shi take y otros (Guzmán 1993).

Actualmente la empresa "Hongos de México S.A." cuenta con cinco plantas de producción; está integrada verticalmente y produce su propio micelio. Otra empresa, de aparente solidez en México, es "Hongos Leben S. de R.L. de C.V.", fundada en 1975.

Además de las dos empresas mencionadas existen algunas otras de creación reciente como INTECALLI fundada en 1985, resultado de un proyecto de riesgo compartido, en el que participaron la iniciativa privada, el CONACYT y la UNAM.

Así mismo, existe un numeroso grupo de pequeños productores cultivadores individuales, poseedor de sus propias naves de producción que compra inóculo y vende su producto en mercados locales.

Entre las pequeñas empresas también se podían ubicar a algunas cooperativas resultado de la asociación de productores rurales que han tenido acceso a los programas de financiamiento de la SEDESOL (a través de empresas en solidaridad y del PRONASOL).

Las plantas productoras de *Pleurotus* son, básicamente, micro, pequeñas empresas y contadas medianas empresas (Villegas 1996).

## CULTIVO DE UN HONGO COMESTIBLE.

La producción de "setas" incluye tres etapas, a saber: el aislamiento de cepas, la producción de inóculo y el desarrollo de carpóforos, el hongo propiamente dicho (hongos) (Zamora 1998).

El cultivo de un hongo se inicia con la obtención de la cepa; la cual es la masa de micelio desarrollada sobre un cuerpo, un medio apropiado en una caja de Petri, en un tubo de ensayo o en un pequeño frasquito en el laboratorio. El micelio una vez desarrollado debe estar en refrigeración para evitar su envejecimiento y se sembrará periódicamente en otras cajas de Petri con el medio apropiado y en condiciones de asepsia (Guzmán 1993).

Todos los pasos a seguir en el cultivo del hongo, deberán ser bajo condiciones de asepsia y lo más riguroso posible y el material que se use deberá esterilizarse en autoclave, olla de presión y horno (Guzmán 1993).

El proceso técnico para cultivar setas comestibles en las medianas y pequeñas empresas es el diseñado por los productores de hongo, debido a la escasa tecnología existente en México y a la vez al precio tan elevado que se cotiza en el exterior (Leana 1993).

## PREPARACIÓN DE INÓCULO.

La elaboración del inóculo es una parte importante en el cultivo de hongos comestibles, el sustrato a utilizar dependerá de su disponibilidad y costo en cada región. Para obtener buenos resultados es necesario escoger el mejor sustrato y una cepa seleccionada (Guzmán 1995).

Las cepas de diversas regiones geográficas son totalmente entrecruzables (Martínez - Carrera 1988).

La producción de inóculo puede llevarse a cabo esterilizando semillas de diversas gramíneas como son: trigo, sorgo y centeno (Guzmán 1995).

## AISLAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE CEPAS.

**Recolección de carpóforos (hongos).**- La recolección en el campo se debe realizar durante la época de lluvias, seleccionando carpóforos jóvenes cuando el trabajo está encaminado al aislamiento directo. Los ejemplares maduros se destinan a las colecciones en los herbarios, como material de respaldo para el cepario.

**Preparación para el aislamiento.**- El aislamiento de los hongos u obtención de cepas es un trabajo que debe realizarse en condiciones de total asepsia; por lo tanto es indispensable contar con un área limpia en donde se tenga aire filtrado, el cual es importante para evitar la contaminación.

**Aislamiento.** Éste se puede efectuar a partir de esporas o de material vegetativo del carpóforo (hongo), éste último es el más utilizado y el que se describe de manera breve a continuación:

- Los esporocarpos seleccionados se limpian con una brocha pequeña, hasta dejarlos libres de polvo, no lavar con agua.
- Tomar con un bisturí estéril fragmentos de 2 a 5 mm de la parte inferior del pileo (sombrero) y depositarlos sobre medio de cultivo sólido previamente preparados y esterilizados en una caja de petri o tubos de ensayo.
- Incubar en oscuridad total a una temperatura que puede variar entre 22 y 27°C, dependiendo de la especie utilizada. El período de incubación oscila entre dos y seis semanas en función de la especie.
- Las cepas aisladas se mantienen en refrigeración a un rango de temperatura de entre 3 y 5°C, adicionando aceite mineral al recipiente donde está creciendo el hongo. El material permanece viable durante uno o dos años.

## PRODUCCIÓN DE INÓCULO.

Se prepara utilizando como sustrato granos, en particular, trigo o mijo hidratados dentro de frascos de vidrio transparente, de boca ancha, o bien en bolsas de polipapel.

**Incubación.** Para la producción de frascos "primarios", se deberán tomar de 4 a 5 trozos de medio de cultivo, con micelio (cepa), cada uno de ellos de 1 cm<sup>2</sup>, los cuales se colocan en la superficie del sustrato. Los frascos inoculados se dejan reposar, en obscuridad total. A los cinco días, mezclar el sustrato y mantener los frascos durante aproximadamente, otros cinco días; tiempo en el que el micelio invadirá la totalidad del sustrato (Zamora 1989).

## SELECCIÓN Y TRATAMIENTO DEL SUSTRATO.

Una vez que se obtuvo el micelio se debe preparar el sustrato seleccionado para el cultivo, el cual puede ser paja de cebada o de trigo, pulpa de café, rastrojo de maíz, olotes de maíz, etc. Según los materiales disponibles en la región y según el tipo de hongo que se va a cultivar. Las especies de *Pleurotus* toman de la degradación del complejo lignina-celulosa sus materiales nutritivos, no necesitan descomposición previa del sustrato (Guzmán 1993, Guzmán 1995, Pérez 1996).

Otros desechos agrícolas que también pueden emplearse para el cultivo de hongos comestibles son las hojas o seudotallos del plátano, desperdicios de la industria algodonera, pulpa de cacao, pencas de nopal, bagazo de diferentes magueyes y copra, entre otros. Sin embargo, existen datos escasos o nulos sobre su abundancia o localización (Mata 1988).

Se producen aproximadamente 1230 g. de hongos por kg. de residuo agrícola húmedo (70%) utilizando una técnica sencilla y reproducible por los productores rurales (Guzmán 1995).

Como se ha dicho ya, las especies de *Pleurotus* son lignocelulolíticas, por lo que tienen la capacidad de degradar muchos sustratos, como son los esquilmos y los desechos agroindustriales. Se pueden utilizar sustratos catalogados como basura (Guzmán 1993, Guzmán 1995, Palacios 1997).

Martínez-Carrera (1986) publicó la utilización de hojas usadas en la extracción de aceites esenciales las cuales fueron: zacate limón, canela y pimienta, llegando a la conclusión de que el zacate limón obtuvo la mejor eficiencia biológica en la producción y una formación temprana de primordios de hongo *Pleurotus ostreatus*. Utilizando bolsas de plástico de 50 x 70 y teniendo un peso húmedo de 5 kg., en cuatro cortes se obtuvieron los siguientes resultados:

Sustrato	Peso seco (Kg.)	Producción (g.)	Eficiencia biológica (%)
Pimienta	1.185	673	56.79
Canela	1.455	1 191	81.85
Zacate limón	0.730	825	113.01

Martínez-Carrera 1986.

Martínez-Carrera (1985) utiliza la pulpa de café con paja de cebada como sustrato en la producción de *Pleurotus ostreatus*. El sustrato fue en relación de 2:1 observándose una buena colonización y producción de cuerpos fructíferos tanto en fresco como en el de 5 y 10 días de fermentación; en el sustrato de 20 días de fermentación, se observó un crecimiento y colonización muy pobre del hongo, la mayor producción total de hongos frescos fue de 1607 g. en 5 cosechas empleando sustrato fresco.

TIPO DE PULPA	PESO HÚMEDO (Kg.)	PESO SECO (Kg.)	TOTAL (g.)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)
Fresca	9	1.611	1607	99.75
5 días de fermentación	9	1.413	1451	102.68
10 días de fermentación	9	1.350	1278	94.66

Martínez-Carrera 1985.

Martínez-Carrera (1988) reporta que la velocidad de crecimiento de las cepas se vió ligeramente estimulada a bajas concentraciones de cafeína, mientras que a altas concentraciones el crecimiento micelial quedó completamente inhibido.

Martínez-Carrera (1988) indica que se obtienen mejores eficiencias biológicas en pulpa de café que en paja de cebada. Sin embargo, el tiempo para producir cuerpos fructíferos listos para cosecharse es menor en paja de cebada que en pulpa de café fermentada.

Otros autores (De León 1988, Guzmán 1993) siguiendo el método propuesto por Martínez-Carrera (1985) ha logrado obtener una eficiencia biológica de 140%.

Guzmán (1987) estudió el cultivo de dos hongos comestibles sobre bagazo de maguey tequilero entre el que se encontraba el *Pleurotus ostreatus*. Es la primera vez que se utiliza tal desecho agroindustrial en el cultivo de los hongos, pudiendo utilizar otros desechos similares de plantas del género *Agave*, como son los de henequen, del sisal y del maguey pulquero de diversas partes de México. Teniendo una eficiencia biológica del 60.2%.

La utilización del cardamomo (una planta nativa de la india que crece en regiones tropicales) permitía obtener una eficiencia biológica de 113.64% la cual es bastante alta si se compara con otros desechos producidos por la industria de aceites esenciales, como las hojas de canela y pimienta.

Algunas veces, una combinación de sustratos favorece mejor el desarrollo de los hongos (Guzmán 1993) como es el caso del sustrato 80-20% de paja de frijol y aserrín, respectivamente, donde la eficiencia biológica fue de 87% en base húmeda del hongo. Es

decir, que por cada kg. de sustrato en materia seca se obtiene 0.970 g. de hongo fresco (Naranjo 1995).

Bernabé (1993), comprobó que la fibra de coco es un sustrato en el que se pueden cultivar *Pleurotus ostreatus*. La eficiencia biológica que alcanzó es bastante aceptable. Al mezclar la fibra de coco con la pulpa de café se incrementó considerablemente la eficiencia biológica en los sustratos con 3 y 5 días de fermentación. Estos sustratos presentaron las características más adecuadas para el cultivo del hongo, al agregar la pulpa de café se aumentó la capacidad de retención de agua, a la vez que la fibra de coco evitó el efecto de la compresión de la pulpa. Con los resultados obtenidos, se presenta una alternativa real para la utilización de la fibra de coco, ya sea sola o mezclada con pulpa de café, como sustrato para el cultivo de hongos comestibles a una escala mayor.

Mata (1995), utiliza las hojas de caña de azúcar como sustrato de *Pleurotus*. Destaca que algunas cepas estudiadas presentaron eficiencia biológica muy diferente a las obtenidas en otros sustratos, las cuales en hojas de caña presentaron valores menores. Se debe hacer notar como las cepas produjeron más del 65% del total de los cuerpos fructíferos en la primera cosecha, es importante recalcar que en las tres primeras cosechas bajo estas condiciones de cultivo se espera obtener más del 95% del total. Los trabajos realizados hasta ahora con la caña de azúcar en México se habían enfocado a la utilización del bagazo, en donde la eficiencia biológica es baja.

Bernabé (1995) utilizó como sustratos paja de sorgo sola y mezclada con cáscara de cacahuate para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. La paja de sorgo sola, alcanzó 132.32 +- 14.34% de eficiencia biológica, disminuyendo este rendimiento en la mezcla con la cáscara de cacahuate hasta 108.45+- 18.39%. Los sustratos semidegradados por el hongo fueron aceptados como forraje.

En el estudio realizado por Conrado (1987) menciona que la pulpa de café secada al sol, puede ser utilizado para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* todo el año. La eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* obtenida en pulpa de café secada al sol con dos años de almacenamiento es mayor.

Según Acosta (1988) se puede obtener diferentes valores de eficiencia biológica en el bagazo de caña como sustrato estando en relación con los diferentes periodos de fermentación.

La mejor eficiencia biológica 49.08% en el bagazo de caña fue cuando tubo 7 días de fermentación (Guzmán 1987).

En lo que concierne a la capacidad de retención de humedad, los hongos tendrán un crecimiento óptimo en sustratos que tengan 70 a 80% de humedad. Debajo de estos porcentajes el micelio crecerá de manera irregular y de poco vigor y es más fácilmente afectado por organismos competidores, que limitarán su crecimiento sobre el sustrato. Pero con mayores valores de humedad el micelio disminuirá su crecimiento ya que al encontrarse en un medio anaerobio provocado por el exceso de humedad el hongo se ahogará al no encontrar espacio disponible en el sustrato para ejercer su acción enzimática (Guzmán 1993, Palacios 1997).

Un sustrato adecuado debe estar fragmentado para que el hongo pueda aprovecharlo mejor, trozos de 5-15 cm. Los trozos grandes dificultan la acción enzimática del hongo sobre el sustrato (Pérez 1996).

Según Flores (1997) la producción se considera rentable en zacate de maíz con cuatro ciclos de producción con una eficiencia biológica de 57.89%.

## FERMENTACIÓN.

La fermentación del sustrato se recomienda únicamente para aquellos materiales que poseen una gran cantidad de azúcares solubles, que si no son eliminados promueven el crecimiento rápido de mohos, levaduras y bacterias, los cuales competirán con el micelio por el sustrato, desplazándolo fácilmente. Por otro lado cuando no se eliminan estos carbohidratos y se realiza la inoculación del micelio, estas moléculas se transforman en ácidos como el acético, butírico o propiónico y actúan como atrayentes para insectos (Guzmán 1993).

En general los sustratos que se recomiendan para fermentar son: la pulpa de café, bagazo de caña, de maguey pulquero o tequilero, de henequén y de uva, lirio acuático zacates verdes, tallos de plátano y otros materiales provenientes de residuos agroindustriales. La fermentación que se llevó a cabo debe ser aerobia ya que se necesita la presencia de oxígeno para desdoblar el azúcar en  $\text{CO}_2$  y agua y no en ácidos como ocurriría en una fermentación anaerobia (Guzmán 1993).

El tiempo de fermentación depende del sustrato y la cantidad del mismo, de la temperatura ambiente y de la especie del hongo que se cultivará. En la pulpa del café es de 3 a 5 días y en los bagazos un mínimo de 10 días (Guzmán 1993).

En la fermentación aerobia el sustrato se colocará en forma piramidal envuelto en ciertos casos en un plástico negro para mantener el calor o la humedad lo que favorecerá la actividad enzimática de los microorganismos (Guzmán 1993).

Para que se obtenga una buena fermentación es necesario que el sustrato contenga de 70 a 75 % de humedad, por lo que, en caso de ser necesario, se puede aplicar agua con una manguera. Una manera empírica de conocer el porcentaje de humedad es tomar un puñado de sustrato y presionarlo ligeramente en la mano, si escurren pequeñas gotas de agua entre los dedos, nos indicará que el sustrato tiene la humedad adecuada (Guzmán 1993).

El sustrato residual es composteado, apilándolo en montones piramidales adicionándolo con materiales con alto contenido de nitrógeno, como son los desechos de animales y teniendo una humedad del 70 al 80% (Martínez-Carrera 1990).

Es necesario realizar volteos periódicos deshaciendo y volviendo a hacer la pila con una pala. Se recomienda hacer o realizarlos cada tercer día para evitar una pérdida excesiva de calor y humedad (Guzmán 1993).

## HIDRATACIÓN.

La hidratación debe llevarse a cabo en sustratos secos en caso de que presenten segmentos muy grandes o largos, como en las pajas, es necesario reducir su tamaño a segmentos de aproximadamente 3 a 5 cm. con lo cual se permite una mejor retención de humedad y un fácil manejo del sustrato. Para hidratar el sustrato puede seguirse varios métodos (Guzmán 1993).

Remojo en agua.- El sustrato se coloca en un canasto y se sumerge por espacio de 20 horas, al término de las cuales habrá absorbido suficiente agua para tener cerca el 70 % de humedad. Para ello se pueden emplear toneles metálicos de 200 litros de capacidad, en donde se sumergen los canastos (Guzmán 1993).

1. Adición de agua y formación de pilas.- El sustrato se coloca en el piso del área de preparación, se extiende y se aplica agua hasta cerca del 80% se cubre con un plástico y se deja por una noche. Al otro día estará listo para la siembra (Guzmán 1993).
2. Compactación.- Se emplea para sustratos que tienen muy poca retención de humedad y son difíciles de hidratar, se coloca el sustrato en un cajón se aplica agua uniformemente y se presiona severamente con los pies con la finalidad de ir empapando y compactando el sustrato. Se coloca posteriormente otra porción del sustrato encima del anterior y se repite el proceso, como en el caso de la fermentación es necesario realizar un volteo a la pila al segundo día. El sustrato se hidrata en un promedio de 3 a 5 días y se obtiene un 70 a 75% de humedad (Guzmán 1993).

El material se sumergen en una pila de agua durante 15 - 20 minutos, después de este tiempo se saca el material y se va formando una pila sobre una superficie limpia. La pila puede tener hasta 1.8 m. de alto, 1.5 de ancho, por el largo necesario. La hidratación tiene como propósito eliminar azúcares libres, remover la capa cerosa que cubre la paja e iniciar la descomposición de la celulosa que contiene el sustrato (Pérez 1996).

## PASTEURIZACIÓN.

Una vez que el sustrato se preparó adecuadamente por cualquiera de los métodos antes señalados se debe realizar un proceso semejante a la pasteurización que servirá para eliminar parcialmente los microorganismos presentes en el sustrato tales como bacterias, mohos y levaduras (Guzmán 1993).



La esterilización de los sustratos para la producción comercial de hongos comestibles no es rentable, dado el alto costo energético del proceso y el correspondiente bajo costo del producto (hongos) vendido directamente al consumidor. Es por ello que se utilizan de preferencia técnicas de esterilización parcial (pasteurización), cuyos costos son apreciablemente menores.

Sea cual fuera el sustrato, éste se someterá a un proceso similar al de pasteurización para eliminar los microorganismos presentes en el mismo y puede competir con el crecimiento del hongo que se va a cultivar. Este proceso consiste en sumergir el sustrato en agua caliente a unos 80°C por espacio de 30 a 45 minutos. Para ello, el sustrato se acomoda en canastas de tela de alambre o de plástico. Botes de metal de 200 litros empleados en la industria, son recomendados para el calentado del agua. Una vez pasteurizado y escurrido el sustrato, se deposita sobre una mesa a la cual se le pone una cubierta de plástico gruesa, previamente desinfectada con una solución de cloro diluida, en un lugar aseado y ajeno a corrientes de aire, en donde se deja enfriar por unos minutos hasta alcanzar menos de 30°C (Guzmán 1993, Guzmán 1995, Palacios 1997).

Otro método que se emplea en la pasteurización del sustrato, es por medio de vapor en este caso el material se coloca en camas de madera con una base metálica, la capa del sustrato no debe exceder de 20 cm. de grosor, ya que impedirá la libre circulación del vapor. Este se inyecta en el cuarto hasta que la temperatura alcance 60 a 65°C y manteniéndose por espacio de 10 a 12 horas. Después se inyecta aire frío filtrado para el enfriamiento del sustrato. Este método no es muy recomendable ya que mientras se eleva la temperatura puede originar el desarrollo de algunos microorganismos contaminantes en el sustrato (Guzmán 1993).

Hay diversos criterios de cómo llevar a cabo la pasteurización, estos son algunos ejemplos:

HORAS	°C	AUTOR
2-3	75	
5-8	70	
12-18	60	Laborde, 1989
10-12	75	Laborde, 1989
4	84	
2	63	Royse, et al. 1991
6	65	

Pérez 1996.

Es recomendable agregar cal hidratada al agua, la proporción adecuada es de 0.25% del volumen de agua (Pérez 1996).

La pasteurización es una fase muy importante dentro del proceso de producción de setas (*Pleurotus ostreatus*), pero no determinante, también tienen gran influencia otros factores como: el manejo de la paja antes y después de la pasteurización, las condiciones de limpieza y asepsia del equipo e infraestructura, y principalmente el manejo y cuidados que

se tengan con cada una de las pacas o bolsas, esto último es muy importante ya que muchos productores pueden realizar una buena labor de pasteurización con bastante limpieza; pero generalmente se realiza al aire libre resultando consecuencias de contaminación en la producción (Hidalgo 1999).

## SIEMBRA.

El sustrato ya pasteurizado y enfriado, debe estar bien escurrido, la temperatura de dicho sustrato antes de iniciar la siembra debe estar cercana a los 25°C para ello se puede pasteurizar el sustrato un día antes de la siembra y dejar escurriendo durante la noche tapado con una bolsa de plástico dentro de la zona de siembra, con las debidas precauciones que eviten la contaminación (Guzmán 1993, Guzmán 1995).

Para ser sembrada, el contenido de humedad de la paja debe estar entre 70 y 78%, en la práctica, el contenido de humedad se determina: tomando un puño de paja y se aprieta (con fuerza moderada) si caen gotas de agua y/o es notoria la humedad que queda en la mano, la paja tiene exceso de agua, en este caso se debe esperar a que escurra y remover (Pérez 1996).

La siembra del hongo se realiza en bolsas de plástico transparente. No se deben utilizar bolsas de color opaco o negras porque tienen el inconveniente de no dejar ver el crecimiento del micelio sobre el sustrato y en el peor de los casos, tampoco se puede observar si aparece algún moho contaminante u otro problema. Las bolsas a utilizar deben ser forzosamente nuevas para evitar contaminaciones y aun así se tomará la precaución de revisarlas que no presenten perforaciones, algún defecto o que estén sucias (Guzmán 1993, Guzmán 1995).

Ya enfriado el sustrato se procede a la inoculación con el hongo. Para ello se mezcla uniformemente el micelio del hongo crecido en las semillas con el sustrato pasteurizado, todo dentro de bolsas de plástico de 50 x 70 cm. A las cuales se les pone aproximadamente 7 kg. de sustrato por un frasco de inóculo de ½ o su equivalente en bolsa. A continuación se cierra la bolsa, se etiqueta con el número de la cepa empleada y la fecha de siembra y se acomoda en un estante en condiciones de obscuridad y a una temperatura de alrededor de 28°C (Guzmán 1993, Guzmán 1995).

La temperatura óptima para sembrar es de 24 a 25 °C no se puede sembrar con paja caliente porque muere el micelio, si se siembra con paja fría se retrasa el crecimiento, ya que el micelio tarda más en elevar la temperatura dentro de la bolsa (Pérez 1996).

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

El yeso tiene la función de evitar que el sustrato se compacte demasiado, dificultando por lo tanto la respiración y crecimiento del micelio, además de que provee azufre que posiblemente ayude en la formación de las estructuras miceliales.

Por otra parte, el yeso baja el pH del sustrato y tiene propiedades fungicidas, por lo que se usa en pequeñas proporciones.

El carbonato de calcio tiene la propiedad de elevar el pH de la paja, a medida que transcurre el crecimiento micelial el hongo va liberando ácidos producto de su metabolismo, lo cual va acidificando la paja (Pérez 1996).

El sustrato se colocará dentro de las bolsas mezclándose con el inóculo o alternando una capa de sustrato con una mezcla de inóculo, el cual previamente se desgrana. Dicho inóculo se distribuirá homogéneamente poniendo especial atención a las orillas de las bolsas y cuidando de no dejar zonas sin granos y otras con el exceso del mismo. El inóculo que se debe colocar en cada bolsa será equivalente entre 3 y 5% del peso en húmedo del sustrato (Guzmán 1993, Guzmán 1995). Sin embargo Palacios (1997) resalta que puede ser de 1 a 4% siendo la más común de 2 a 3% esto en base al sustrato.

La cantidad de inóculo se calcula según el peso húmedo del sustrato, se recomienda usar una cantidad que va del 2 al 5% del peso del sustrato húmedo, o de 8 a 20% sobre peso seco asumiendo un 75% de humedad.

Para grandes volúmenes de siembra, se produce al cálculo como sigue:

Se promedia el peso seco de las pacas, este valor se multiplica por 4, que será el peso del sustrato una vez que se pasteuriza, sobre este valor final se obtiene el 2-5% que será la cantidad de inóculo (Pérez 1996).

Las bolsas que se han terminado de sembrar, se cierran haciendo un nudo en la parte superior de las mismas procurando que no quede demasiado aire dentro de ellas (Guzmán 1993, Guzmán 1995).

Aunque el hongo crece bien con el CO<sub>2</sub> que produce al respirar, es recomendable hacer piquetes a la bolsa con una aguja, con esto se evita que la concentración de este gas se eleve demasiado, los piquetes se hacen a los dos o tres días de la siembra, que es cuando el micelio empieza a incrementar su nivel de respiración (Pérez 1996).

Se recomienda una limpieza estricta en este proceso, el personal debe utilizar bata blanca, cubrir bocas y lavarse las manos antes de trabajar con una solución de cloro diluida, no se debe fumar (Guzmán 1995).

## INCUBACIÓN.

La incubación, como proceso biológico, es determinada por las condiciones ambientales y físicas que prevalezcan.

Los factores críticos que se controlan en este proceso son los siguientes:

- Temperatura
- CO<sub>2</sub>
- pH
- Humedad
- Vigor de la cepa
- Adaptación de la cepa
- Cantidad de inóculo
- Sustrato utilizado (Pérez 1996).

El crecimiento micelial y fructificación de los hongos comestibles es afectada por una variedad enorme de factores físicos, químicos, biológicos y ambientales. Entender su respuesta fisiológica a dichos factores es primordial para escalar y diseñar las tecnologías apropiadas para su producción comercial. Entre los factores físicos, la temperatura es el más importante, aunque los hongos comestibles pueden tolerar desde 20 hasta 32°C, dependiendo de la especie. La temperatura óptima de fructificación es normalmente menor que la del desarrollo micelial en todas las especies. La humedad relativa y la humedad del sustrato son también importantes, lográndose resultados óptimos a 80-90% y 70-89%, respectivamente. La concentración de oxígeno y bióxido de carbono en el ambiente influye significativamente, tanto en el desarrollo micelial como en la producción de cuerpos fructíferos (cantidad y calidad). Asimismo, puede inhibir o estimular la presencia de organismos benéficos o perjudiciales al cultivo. Dentro de los factores químicos, el pH es de suma importancia, si un sustrato es demasiado ácido o demasiado alcalino puede detener inhibir o estimular procesos vitales de la actividad fúngica (Martínez - Carrera 1993).

Una vez sembradas las bolsas de plásticos estas se deben trasladar a la zona de incubación, en donde permanecerán aproximadamente 20 días. La zona de incubación no es necesario que tenga iluminación, al contrario, se debe controlar la temperatura del local. El *Pleurotus* crece bien en temperaturas cercanas a los 28°C aunque algunas especies pueden resistir entre 20 y 30°C sin cambios aparentes (Guzmán 1993).

Palacios (1997), menciona que el local de incubación debe tener una temperatura entre 18 y 22°C, mientras que el sustrato debe estar aproximadamente a 25°C. Lo anterior dado que el micelio a temperaturas menores a los 10°C y mayores de 35-40°C muere. En la fase de incubación el micelio no requiere de luz para su desarrollo solo requiere de ventilación adecuada sin corrientes de aire.

Si el desarrollo del micelio es bueno, entonces se practicará a la bolsa pequeñas perforaciones con una navaja esterilizada, se distribuirán en hileras y cada una serán de un tamaño aproximado de 2 centímetros (Guzmán 1993, Palacios 1997).

Al tercer día de tener las bolsas inoculadas en la obscuridad, se perforan para facilitar la ventilación y el desarrollo del micelio y así favorecer el intercambio gaseoso (Guzmán 1993, Guzmán 1995).

Los hongos colonizan mejor en condiciones con mayor concentración de CO<sub>2</sub> y poco O<sub>2</sub> (Guzmán 1995).

El micelio al crecer empieza su respiración como producto de la degradación que hace de compuestos de carbono, la concentración de bióxido de carbono se empieza a elevar rápidamente después de los dos días la seta tiene la ventaja natural de que tolera altas concentraciones de CO<sub>2</sub> durante su crecimiento miceliar. Esta tolerancia de la seta al CO<sub>2</sub> le confiere ventajas en su proceso de cultivo, elimina prácticamente la posibilidad de la competencia debido a que otros microorganismos no toleran estas concentraciones de gas y no pueden crecer.

Los niveles de CO<sub>2</sub>, están en estrecha relación con la temperatura que se genera en el sustrato: si la temperatura es baja, el hongo disminuirá su ritmo de crecimiento y por lo tanto será menor la producción de CO<sub>2</sub>, dando oportunidad de que aparezcan los hongos competidores (Pérez 1996).

Las bolsas se mantienen sin luz, hasta que el micelio se ha propagado por todo el sustrato, es en este momento en que toda la bolsa se encuentra convertida en un bloque compacto blanquecino, y se puede trasladar al siguiente local en el de producción. El tiempo aproximado que tarda en la incubación varía de acuerdo a los distintos factores, pero en promedio puede mencionarse entre 15 a 20 días con una temperatura de 25°C (Palacios 1997).

## PRODUCCIÓN.

Desde el momento en que se determina que la incubación ha sido completada, da inicio la fase de inducción de la fructificación o iniciación de los primordios. La aparición de primordios de cuerpos fructíferos requiere de lo siguiente:

- A.- El cambio del estado de crecimiento vegetativo a crecimiento reproductivo.
- B.- El manejo adecuado de los factores ambientales para lograr lo anterior.

Para que el cambio pueda lograrse óptimamente las condiciones que se tenían en el área de incubación se modifican de acuerdo con Pérez (1996) esto es:

- La temperatura disminuye.
- Se reduce el nivel de CO<sub>2</sub>.
- La humedad del aire aumenta.
- Se proporciona luz.

García (1991), (1992) comenta que las bolsas invadidas deberán estar en condiciones ambientales a una temperatura de 12 a 14°C, la humedad relativa, entre 85 a 95 %.

Palacios (1997) reporta que el local de producción deberá permanecer de 12 a 18°C en promedio, la humedad relativa necesaria en este local es de aproximadamente 90 a 95%, la humedad del sustrato deberá ser de 70 a 75%, teniendo cuidado de no excederse, ya que esto ocasionaría el ataque de bacterias. En esta fase, la ventilación es importante, ya que la concentración de bióxido de carbono debe ser menor a 0.07%, si el contenido es mayor se

retrasa el crecimiento y si llega a 0.2% se produce la muerte del hongo. En esta etapa la luz ya es necesaria, con un rango óptimo entre 60 a 200 lux por doce horas al día. Se hacen perforaciones en las bolsas del tamaño suficiente para que permitan el paso de los cuerpos fructíferos, recomendándose orificios entre 1.5 y 2.0 cm. de diámetro.

La producción de las setas se da en tandas u oleadas, es decir, que salen abundantemente durante 3 a 8 días, para posteriormente parar por 10 o 20 días, y nuevamente repetir la misma situación.

A partir de la 3ra. semana, se ponen dichas bolsas bajo la luz indirecta de la planta en donde se cultivarán los hongos, la cual debe estar con una humedad ambiental del 80%, temperatura de 28°C y con buena ventilación. Inmediatamente que se empieza a formar los primordios de las fructificaciones de los hongos, se remueve totalmente la bolsa de plástico para facilitar el desarrollo, mismos que alcanzarán su estado adulto en 5 días quedando listos para la cosecha. Cada bolsa soporta entre 2 a 3 cosechas, en intervalos de 10 días y en forma decreciente de rendimiento, hasta que se desechan por ser ya muy poco productivas. La producción total en peso de cada bolsa es de 1-1.5 kg. (Guzmán 1993).

Guzmán (1995) reporta que los hongos se desarrollan en un periodo de 4 a 7 días, obteniéndose de 3 a 5 cosechas de una misma bolsa, con un promedio de 1.5 a 2 kg. de hongos frescos por cada 7 kg. de paja húmeda.

Palacios (1997) indica que el rendimiento de producción es de 1 a 2 kg. por bolsa lo que representa del 10 al 20% con relación al sustrato contenido en las bolsas de 50 x 70 cm.

La sala de producción de los hongos debe tener una humedad alta, control de temperatura y buena ventilación de lo contrario los hongos no crecerán o lo harán anormalmente (Guzmán 1993).

Cada bolsa de 7 kg. de sustrato húmedo, puede producir alrededor de tres o cuatro cosechas, sin embargo, cerca del 80% de la producción total se obtiene en las dos primeras. Por lo tanto para fines comerciales se recomienda efectuar solamente dos o tres cosechas y desechar los bloques de sustrato (Guzmán 1993).

## COSECHA.

La cosecha se realiza con una navaja limpia y bien afilada cortando el cuerpo fructífero desde la base del pie y tratando de dejar los menos posibles restos de la fructificación sobre la bolsa ya que tales restos entran en descomposición y son gran atractivo para las plagas y los parásitos (Guzmán 1993).

La cosecha se debe realizar con bastante limpieza y cuidado al cortar los hongos, no lastimando los primordios ya que son muy frágiles. Durante esta etapa es necesario que exista una mayor ventilación.

Un problema durante la cosecha de los hongos, es alergia en las personas que están en la sala de producción debido a que las fructificaciones de *Pleurotus* producen millones de esporas que por su diminuto tamaño quedan suspendidas en el aire y fácilmente son inhaladas por las personas y si son sensibles y alérgicas les producirá un malestar semejante al del inicio de una gripe.

Una vez cosechados los hongos, están listos para el consumo.

Las bolsas que se contaminen durante el proceso, debido a malos manejos en la pasteurización, enfriamiento e inoculación, se deben eliminar inmediatamente.

Después de la tercera oleada se vuelve antieconómico el mantener las bolsas en la sala de producción por lo que se recomienda realizar únicamente tres cosechas y desecharlas o pasarlas a un local de desechos en el cual ya no se tienen los cuidados mencionados (Palacios 1997).

## PUNTOS CRÍTICOS EN LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN.

Prácticamente todos los puntos críticos en la producción de hongos se relacionan con el aspecto biotecnológico y, más específicamente, con el microbiológico. Pueden consignarse los siguientes puntos críticos en el proceso productivo:

- a) **Selección, propagación y conservación de cepas.** Una cepa está constituida por un organismo, en este caso, un hongo que mantiene constante su pureza genética y fisiológica, y del cual se pueden obtener muchas réplicas. Las cepas difieren en su capacidad productiva y reproductora, su estabilidad genética, su agresividad de crecimiento, su rusticidad, etc. La elección de una cepa es crucial para el proceso productivo.
- b) **Producción de inóculo.** La producción de semilla constituye un cuello de botella en la producción de hongos; especialmente para las pequeñas empresas, ya que no realizan la conservación y propagación de cepas seleccionadas.
- c) **Manejo del sustrato.** En este paso es importante propiciar en el sustrato unas condiciones físicas, químicas, bioquímicas y microbiológicas tales que favorezcan el crecimiento vegetativo y fructificativo del hongo. Esto, amén de exigir conocimiento específico, requiere de conocimiento práctico especializado.
- d) **Asepsia y control de la contaminación.** En la mayor parte del proceso productivo se debe cuidar la sanidad y la esterilidad: en la propagación de cepas, en la producción de la semilla, en la siembra del sustrato, durante la propagación del micelio, durante fructificación, cosecha, etc. (Villegas 1996).

## UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RESIDUAL DEL CULTIVO DE HONGO.

El cultivo de los hongos es una alternativa viable, económica y ecológica que evita el deterioro de los recursos naturales. Al introducir tecnologías ambientales en el diseño de la planta rural de setas comestibles se obtiene un significativo ahorro energético y una maximización de recursos por lo que se sugiere a largo plazo convertir el uso del gas en la pasteurización por un modelo de biogas, así mismo el consumo de energía eléctrica transformarlo a solar (Avila 1997).

El sustrato de las bolsas ya desechadas después de las cosechas, puede emplearse como abono en la agricultura o jardinería o como ayuda para el alimento del ganado vacuno, caballar o bovino, por lo que es importante resaltar, que la industria del cultivo de los hongos comestibles no produce basura, ni tampoco contamina (Guzmán 1993, Palacios 1997).

El material residual del desarrollo del hongo sobre el residuo agrícola, puede usarse como un forraje con alto valor proteínico y vitamínico a diferencia del forraje no transformado microbiológicamente (Guzmán 1995)

Aceves (1997), realizó un ensayo de crecimiento en el que no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables consumo de alimento, ganancia de peso diario y balance de nitrógeno, aunque se pudo observar que en la paja no tratada la ganancia de peso total y la conversión alimenticia fue mayor, debido posiblemente a que la paja tratada contenía menor cantidad de materia orgánica por lo cual se concluye que la paja tratada tiene un menor valor nutritivo que la no tratada.

Zilli (1994), señala que al incluir paja de trigo usada como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*: Hasta un 30% de la dieta, no afectó negativamente el peso vivo ni la ganancia de peso de ovinos. Incluir paja de trigo a un 45% de la dieta, redujo la ganancia de peso, sin embargo, este nivel puede presentar una ventaja económica con respecto de los niveles 15 y 30%. Con niveles de 60 y 75% la ganancia de peso fue muy variable, desde pérdidas a ganancias de peso en el transcurso de la alimentación experimental. Estos niveles, quizás, sólo podrán pensarse para fines de mantenimiento de los animales y no para engorda.

La producción de *Pleurotus ostreatus* puede emplearse como una alternativa para disminuir la contaminación provocada por los residuos agroindustriales, tales como la pulpa de café y el gabazo de la caña de azúcar, al mismo tiempo obtener un producto con gran demanda en la actualidad (Velázquez 1995).

## SISTEMAS ALTERNATIVOS DE SIEMBRA.

La utilización de bolsas largas para formar cilindros de sustrato es uno de los métodos más empleados. Las bolsas son de 60 x 100 cm. y es necesario además colocarles en medio un tubo de plástico de 1 a 5 cm. de diámetro y de 1 a 2 m. de largo, el cual tendrá



cuatro hileras de pequeñas perforaciones a todo lo largo del mismo excepto en los extremos. Este tubo se coloca en la parte central de la bolsa dejando un segmento de 8 a 10 cm. fuera de la misma, cada cilindro puede contener entre 20 y 22 kg. de sustrato húmedo. Ambas orillas de las bolsas se amarran con una liga a los extremos del tubo de plástico dejando solamente afuera la porción del mismo que no tiene perforaciones. Los extremos del tubo se cubren con un plástico, el cual se detiene con una liga a los dos días de la siembra el plástico que cubre los extremos del tubo se sustituye por una gasa fina que evita la entrada de plagas pero permite la ventilación del cilindro. La incubación de estos cilindros se realiza de manera horizontal, colgados del techo de la planta con una cuerda amarrada a los extremos del tubo. En la etapa de producción, dichos cilindros se colocan en posición vertical y la bolsa que cubre el sustrato se retira completamente (Guzmán 1993).

Una variante de este sistema se puede realizar con el método llamado por estacas para ello se fabrican bases redondas o cuadradas de cemento, en las cuales se incrusta un tubo de plástico de 5 cm. de diámetro por 2 m. de largo. La siembra se realiza primero colocando una bolsa de plástico transparente de 50 x 70 cm. dentro de un recipiente cilíndrico de 40 x 60 cm. Se puede usar un pequeño tubo de plástico para acomodar y mezclar el sustrato con el inóculo cuando la bolsa se llena con 7 a 10 kg. de sustrato, se retira el tubo de plástico y esta se introduce en la estaca, es posible acomodar entre 7 y 8 bolsas por estaca (Guzmán 1993).

Utilizando esterilización por vapor, es posible sembrar *Pleurotus* en grandes camas con un sistema parecido al de los champiñones.

Las plantas comerciales usan bolsas de 70 x 90 cm. porque la siembra es más rápida y con ello reducen costos. Las explotaciones pequeñas utilizan bolsas de 50 x 70 cm. ó 40 x 60 cm. y algunas usan 70 x 90 cm.

Guzmán (1995) reporta que utilizó instalaciones con techo de teja y como paredes de plástico, anaqueles elaborados con bambú verde, este material se usó como una alternativa ya que el propuesto es de madera.

La paja se corta a 5 cm. de largo, posteriormente se colocó en los costales de plástico, lista para pasteurizarse.

Los costales de plástico con la paja se introdujeron en un tonel de 200 litros a una temperatura de 80°C, se calentó el agua utilizando como combustible leña. El tiempo de pasteurización fue de 45 minutos cuidando que la paja fuera totalmente cubierta por el agua con el fin de evitar contaminación por las bacterias del medio ambiente.

Se les hace orificios de 1 cm. distribuidos al azar con la finalidad de facilitar el intercambio gaseoso. Los hongos se riegan en forma manual.

Palacios (1997) menciona que las paredes de las instalaciones pueden ser de tabique, tabicón, block o adobe solo que para este último material deberá cepillarse debido a que la tierra alberga gran cantidad de microorganismos que pudieran contaminar al cultivo, el piso debe ser de cemento y el techo de lámina o de concreto dependiendo de la

capacidad económica que se tenga. Dentro de las instalaciones a utilizarse se deberá de controlar humedad, temperatura, luz y ventilación.

El cultivo sobre troncos tiene la gran ventaja de su asequible puesta en marcha en prácticamente cualquier lugar. Los cultivos comerciales más modernos suelen utilizar sustratos preparados y el cultivo en local cerrado con control de los factores ambientales.

El *Pleurotus* es un hongo lignívoro y puede cultivarse sobre sustratos preparados o sobre madera muerta natural de diversas especies arbóreas de hoja caduca (robles, encinas, hayas, nogales, sauces, castaños, abedúles y álamos). Todos ellos dan buen resultado y se eligen en fructificación y la duración del cultivo. En efecto, los de madera blanda, como el sauce o el álamo, son colonizados rápidamente por el hongo y la fructificación aparece más temprano. Sin embargo, la madera es menos densa y se descompone rápidamente. La primera cosecha se puede obtener en el primer año de cultivo en exterior y se pueden lograr rendimientos interesantes durante tres o cuatro años. Con madera dura es muy raro obtener cosecha en el primer año, pero esta madera puede mantener el cultivo durante 5 ó 6 años (López 1990).

## PLANTA PRODUCTORA.

La elección del diseño y materiales para la construcción de una planta productora de hongos, dependerán de varios factores entre los que destacan la especie a cultivar la ubicación del terreno y los servicios con que cuente, el clima del sitio elegido, la disposición de insumos, las vías de acceso y la facilidad de comercialización del producto final (Guzmán 1993, Zamora 1989).

Los métodos empleados por los cultivadores de gran escala, suelen ser muy complicados. El primer requisito es un local oscuro en donde pueda mantenerse una temperatura uniforme, como un sótano, invernadero, covacha, o cualquiera otra construcción de que pueda disponerse. En caso de no tenerse a mano un local semejante, puede construirse un cobertizo, procurando que quede protegido del frío y del calor (Escobar 1980).

La principal función de la planta es evitar cambios bruscos de temperatura humedad y luz. El tipo de construcción es acorde a las características de la región.

La desinfección de los locales es de suma importancia debida a la gran cantidad de microorganismos presentes en el ambiente por lo que es necesario tomar las precauciones adecuadas (Palacios 1997).

La planta productora de hongo deberá contar en el mejor de los casos con las siguientes áreas:

- 1) Almacén.
- 2) Zona de tratamiento de los sustratos.

- 3) Zona de pasteurización.
- 4) Laboratorio de producción de inóculo.
- 5) Área de incubación del inóculo.
- 6) Zona de siembra del sustrato.
- 7) Área de incubación de las bolsas.
- 8) Área de producción.

❖ **Almacén.**- Este espacio se destina para guardar todos los materiales para el cultivo de los hongos (Guzmán 1995).

❖ **Zona de tratamiento de los sustratos.**- En esta área se prepara el sustrato para el cultivo de los hongos. Esta zona llamada comúnmente planilla es un patio con piso de cemento, un buen drenaje y una llave de agua. Se hará aquí el picado, remojo y fermentación.

❖ **Zona de pasteurización.**- En esta sección se colocarán los contenedores de agua en los cuales se dará el tratamiento de la pasteurización al sustrato. Es necesario contar con una instalación de gas y agua (Guzmán 1993).

Se sugiere que sea un quemador grande, de flama regulable para mantener constante la temperatura del agua en el contenedor.

Es necesario instalar un sistema de poleas para poder sacar los canastos con el sustrato ya pasteurizado debido a que el sustrato en estas condiciones aumenta su peso considerablemente. En condiciones óptimas se sugiere instalar un riel con cadena y poleas para hacer aún más rápida y fácil esta fase del cultivo del hongo (Guzmán 1993).

❖ **Laboratorio de producción de inóculo.**- Se puede sustituir si el cultivador puede adquirir fácil y regularmente el inóculo de alguna otra empresa. El laboratorio se puede dividir en dos secciones fundamentales: A) área de preparación, B) área de producción (Guzmán 1993).

❖ **Área de incubación del inóculo.**- Es posible ubicar esta zona dentro del laboratorio de producción de inóculo e incluso sustituirla por una estufa de incubación, se recomienda destinar un lugar específico para tal fin (Guzmán 1993).

❖ **Zona de siembra del sustrato.**- En esta la higiene es fundamental y debe evitarse las corrientes de aire, se contará con una mesa la cual puede ser de madera o metal, en ella se extenderá el sustrato. Se recomienda tener un pequeño estante, repisa o mesa para colocar todos los implementos y evitar entrar y salir del área durante el proceso. El piso de este local deberá ser de cemento para facilitar su aseo (Guzmán 1993).

❖ **Área de incubación de las bolsas.**- Las instalaciones de esta zona deben permitir controlar la temperatura y la luz, la iluminación constante no es necesaria y la ventilación debe ser moderada (Guzmán 1993).

❖ **Área de producción.**- En esta zona se deben poner especial atención a la ventilación, humedad ambiental, iluminación y temperatura (Palacios 1997). Lo más recomendable es que las paredes pisos y techos se puedan lavar con facilidad y se pueda tener control sobre los factores antes mencionados. Es de fundamental importancia dotar a esta zona de protecciones contra la entrada de insectos o roedores en las ventanas canales de desagüe y salidas de los extractores de aire (Guzmán 1993).

Para la ventilación se recomienda colocar en esta zona extractores de aire, los cuales tengan la capacidad de mover cada hora el equivalente aproximado de 4 a 6 veces el volumen total del aire en la zona. Si la ventilación no es adecuada, los cuerpos fructíferos crecerán anormales, con el pie muy alargado y el sombrero no alcanzará su tamaño natural. Cuando la ventilación es excesiva, las fructificaciones se deshidratarán rápidamente lo cual se observará a través de un enroscamiento hacia arriba del mango del sombrero de las fructificaciones de los hongos (Guzmán 1993).

La humedad ambiental en la fase de fructificación de los hongos es necesario mantenerla en el intervalo de 85-90%, por lo tanto será necesario humedecer las paredes y el piso del local. El riego directo de las bolsas recomienda hacerlo con una manguera con sifón que produzca un rocío fino (Guzmán 1993).

Para el buen desarrollo de las fructificaciones se recomienda una iluminación indirecta o difusa, que permita leer con facilidad, equivalente a la exposición natural durante 12 horas al día. Las deficiencias en la iluminación afectan el desarrollo de las fructificaciones en algunos casos la coloración de las mismas y la mayoría de las capas no alcanzan a desarrollarse en condiciones de obscuridad (Guzmán 1993).

El control de la temperatura es un factor fundamental quizá el más importante de todos ya que regula buena parte del metabolismo del hongo. La temperatura óptima de la nave de cultivo se debe mantener cerca de los 28 °C (Guzmán 1993).

## PLAGAS Y ENFERMEDADES.

La importancia de la higiene en el control eficaz de la mayoría de las enfermedades y muchas plagas se reconoce hoy de manera universal; lo que quizá se comprende menos es la verdadera magnitud de su importancia. La higiene es, probablemente y va a seguir siendo, un método fundamental de control de las plagas y enfermedades, es la base sobre la cual se asienta el éxito de todas las demás técnicas de control.

Cuando una planta productora de hongo lleva ya algún tiempo en producción, las principales fuentes de plagas, patógenos y mohos perjudiciales suelen encontrarse en la propia planta productora.

Los objetivos de cualquier programa de higiene deben ser:

1. La exclusión de las plagas y enfermedades del ciclo de producción;

2. La eliminación de las plagas o patógenos, o al menos su aislamiento, si aparecen durante la cosecha;
3. La destrucción y eliminación de las plagas y enfermedades presentes en una cosecha a su terminación.

Tales medidas deben contribuir a reducir el nivel general de contaminación y asegurar que los edificios se encuentran inicialmente limpios para las cosechas subsiguientes.

El diseño de la planta, uso de desinfectante, filtración, pasteurización, esterilización, y las técnicas de aislamiento y limitación son las piedras angulares de un programa eficaz. Como en cualquier construcción, los elementos que la constituyen han de estar dispuestos de manera ordenada y lógica. La omisión o debilitamiento de cualquier parte pone en peligro al conjunto (Fletcher 1986).

La desinfección de los locales debe realizarse cada vez que se realice un ciclo de producción y antes de comenzar el siguiente y de esta manera se puede evitar la propagación o aparición de plagas y enfermedades (Palacios 1997).

Los principales factores responsables de alteraciones en el cultivo de los hongos se clasifican en:

- 1) Bióticos: insectos, nemátodos, roedores, hongos, bacterias y virus.
- 2) Abióticos: temperatura, humedad relativa de aire, altas concentraciones de CO<sub>2</sub> en el aire y exceso de humedad en el sustrato.

**Mosca de los hongos.** - Prosperan en cualquier etapa del proceso del cultivo de los hongos, tienen preferencia por la fase de la incubación de las bolsas, ya que ahí depositan sus huevecillos sobre el sustrato y sus larvas se desarrollan y alimentan del micelio. Estas moscas son pequeñas de tres a cuatro milímetros de largo con 2 antenas largas multisegmentadas, alas delgadas, membranosas y de escasa ventilación. El abdomen de la hembra es más grande que el del macho, por lo que a simple vista parecen especies diferentes. Una hembra es capaz de poner alrededor de 140 huevecillos. Las larvas son de 6 a 12 mm. de largo con 12 secciones abdominales, cuerpo blanco a semitransparente y una cabeza negra brillante. Su ciclo de vida lo desarrollan en aproximadamente 2 a 3 semanas. Las bolsas de micelio de *Pleurotus* contaminado con moscas se observarán con escaso crecimiento, con granos de inóculo desnudos y con abundantes puntos negruzcos sobre el sustrato dichas bolsa se deben desechar inmediatamente.

Para controlar esta plaga se deben colocar protectores contra insectos en todas las entradas de aire de la planta colocar trampas para insectos que contengan mezcla de fruta con mosquicidas y/o trabajar con cepas de rápido crecimiento micelial.

**Mosca del vinagre o falsa mosca de la fruta.** - Se identifica científicamente como *Drosophila melanogaster*, generalmente se presentan en la etapa de preparación del sustrato atraída por el olor intenso de los productos de la fermentación.

**Catarinas.-** Son pequeños escarabajos (coleópteros) comunes en regiones subtropicales y tropicales, los cuales se comen las fructificaciones de los hongos.

**Roedores.-** En este grupo de animales se incluyen pequeños mamíferos, como las ratas y los ratones, incluso de campo, el mejor método para combatir estos animales es de colocar trampas, no así venenos que puedan ser peligrosos si se mezclan con los hongos.

**Hongos.-** Constituyen quizás el principal problema en las plantas cultivadoras de hongos debido a su alta frecuencia y lo difícil de la erradicación, por ejemplo:

***Trichoderma*.-** Son mohos verdes cosmopolitas, pudiéndoseles encontrar en diferentes materiales orgánicos y suelos de varios hábitats; están adaptados a diferentes condiciones ambientales y a eso se debe su amplia distribución. Se encuentran diferentes especies y cepas de *Trichoderma* en el cultivo de los hongos, algunas son inofensivas y otras muy dañinas por lo que su relación antagónica con los hongos cultivados todavía no está completamente conocida y varía entre especies y cepas.

Las esporas son rápidamente dispersadas por el aire por los insectos o por el personal o el equipo utilizado en la planta. *Pleurotus* es más susceptible cuando el moho *Trichoderma* se establece antes de la propagación del micelio, cuando la humedad relativa sobrepasa el 90%, después de haber estado en condiciones anormales de crecimiento y en sustratos con un inadecuado pH y con bajos niveles de nitrógeno.

El *Trichoderma* en un principio es blanco, pero a los dos o cuatro días se torna verde por la proliferación de las esporas. El daño más fuerte de un moho es cuando se desarrolla aparentemente asociado con el micelio de *Pleurotus* ya que no se percibe su presencia hasta la esporulación, eso propicia la propagación de la contaminación, crece rápidamente a más de 0.5 mm. por hora en una temperatura de 22 a 27 °C.

***Penicilium*.-** Las especies de *Penicilium* son semejantes a las de *Trichoderma* ya que también son verdes y polvorientas, son abundantes sobre alimentos, frutas, sobre objetos de piel, granos almacenados y en general en áreas húmedas y mal ventiladas. Su temperatura de crecimiento óptima es de 28 °C y el medio de dispersión más frecuente es el aire.

***Coprinus lagopus*.-** Son hongos microscópicos con sombrero y pie bien definido son comunes sobre el sustrato fermentado sin control, principalmente sobre paja que tiene días en descomposición, que ha sido mal almacenada o preparada. El medio de propagación es el aire o la utilización de sustratos contaminados. La presencia de *Coprinus* indica muchas veces un alto contenido de nitrógeno en el sustrato y pH alcalino, sus esporas tienen alta resistencia al calor y frecuentemente sobreviven al proceso de la pasteurización.

Estos hongos tienen micelio blanquecino y de intenso crecimiento, forman primordios blancos y ovoides que rápidamente se desarrollan en fructificaciones blanquecinas con sombrero ovalado y un largo, blanco y frágil pie; al madurar el sombrero toma un color negro y se desintegra rápidamente en un líquido negro que contiene las esporas. Los cuerpos fructíferos de *Cuprinus* pueden producirse antes de la primera cosecha

de *Pleurotus*. No son hongos venenosos por lo que no hay motivo de alarma. Únicamente deben desecharse, ya que no son aceptados en el mercado por su fragilidad y rápida maduración.

Los principales microorganismos causantes de problemas en la producción de *Pleurotus ostreatus* son los hongos *Penicillium* sp y *Trichoderma* sp, llegando a ocasionar pérdidas del 100% en áreas con excesos de humedad (López 1999, Pulido 1998).

**Bacterias.**- Las bacterias están por lo general en todas partes y son comunes en el proceso del cultivo de los hongos.

Para evitarse el desarrollo de las bacterias es necesario tener cuidado de mantener el tiempo y presión de la esterilización indicados, ya que las esporas que producen soportan temperaturas de hasta 80°C, se debe evitar corrientes de aire. El material contaminado se debe desechar y lavar. El ataque de las bacterias en las fructificaciones, la limpieza será el mejor medio de prevenirlo.

Cuando se presenta excesiva humedad, calor y escasa ventilación, se pueden presentar varias enfermedades entre las que se encuentra la llamada telaraña, la cual es causada por el hongo *Dactylium deneroides* cuyos filamentos crecen rápidamente y se extienden bajo la superficie del sustrato y las setas, cubriéndolos con un moho blanquecino, primero ralo y después denso y harinoso (Palacios 1997, Pulido 1998).

## COMERCIALIZACIÓN.

La comercialización consiste en una cadena integrada que implica un manejo delicado y balanceado, el cual se inicia en el proceso productivo de la planta y termina en el consumidor, pasando por el manejo postcosecha, transporte y distribución del producto.

Los hongos cultivados no son un producto estacional, si son en cambio inestables en su producción diaria, por la influencia de ciertos factores ambientales. Así mismo, son también un producto perecedero y variable en su forma y tamaño. En la producción de hongos comestibles, tanto la generación del producto como su elaboración y comercialización se realiza dentro de la misma empresa. Esto es positivo, si se considera que gracias a dicha integración puede tenerse mayor control sobre la calidad, cantidad y costo del producto que se va a elaborar (Martínez - Carrera 1993).

La comercialización del hongo se realiza en la misma comunidad, para así amortiguar el pago del costo del inóculo que se envió a la comunidad.

En caso de que las setas no se consuman dentro de los cuatro días posteriores a la cosecha pueden ser preservadas mediante un secado, congelado o enlatado. El método de secado al aire, es el más ampliamente usado por los cultivadores de seta a nivel casero (Alarcón 1993).

Mientras más tarde el proceso de deshidratación después del corte, los decrementos de calidad son más acentuados; encontrándose que la superficie se oxida en mayor proporción y el ensortijamiento del pileo es mayor. Los hongos desecados al ambiente manifiestan menor vida de anaquel, observando esto en que su sabor se vuelve amargo, el solar se torna oscuro, principiando en el borde del pileo, el cual por cierto se enrosca hacia abajo y además el aroma característico cambia a un olor a descompuesto. El tiempo de exposición al calor para deshidratar las setas, requiere ser de 48 horas mínimo para que no haya decrementos mayores de calidad, pero además, un período mayor de exposición de unas 96 horas no afecta la calidad, siempre que no se exceda el límite superior del rango de temperatura señalada (Paez 1999).

Por lo anterior se desprende la necesidad de contar con un equipo de refrigeración tanto en la planta, como en el transporte pues el producto refrigerado tiene una vida de anaquel corta, motivo por el cual el hongo a partir de este momento adquiere propiedades físicas que no son atractivas para el consumidor, mejorando radicalmente los empaques del hongo fresco o bien deshidratado, ya que esto incidiría directamente en la calidad total del producto y consecuentemente en el precio (Comunicación Campera A.C. 1997).

## PRESENTACIÓN DE LOS HONGOS EN EL MERCADO.

El productor antes de que la cosecha esté lista, busca las alternativas de mercado y de la presentación requerida, hace contacto con centros de abasto, mercados y restaurantes para determinar cuánto, cómo, cuándo y a quién vender. No se debe descuidar la presentación final del hongo ya que un aspecto agradable y apetecible repercutirá en la buena comercialización y cotización del producto.

Los hongos se cortarán cuando su apariencia, consistencia, marchitez, deshidratación o presencia de mohos lo indiquen. Todos estos parámetros se utilizan para evaluar a los hongos desde el punto de vista comercial (Guzmán 1995).

Existen varios factores que deben tomarse en cuenta para un manejo adecuado poscosecha de los hongos y que repercuten en su presentación ante el mercado, algunos de los más importantes son los siguientes (Guzmán 1993):

1. - **Lesiones mecánicas.** Daños durante la cosecha, almacenaje y transporte, provocan alteraciones fisiológicas y estructurales facilitando el desarrollo de microorganismos que induce la pudrición por lo que debe tenerse especial cuidado y evitar las manipulaciones innecesarias (Guzmán 1993).

2. - **Respiración.** Debe tomarse en cuenta que las fructificaciones de los hongos están vivas por lo tanto están respirando, tomando oxígeno y desprendiendo anhídrido carbónico, degradando proteínas y carbohidratos, lo que afectará la textura y color de los mismos. En comparación con otros alimentos los hongos poseen una alta tasa de respiración, consecuentemente, un menor tiempo de conservación, o en términos de mercado menor vida de anaquel (Guzmán 1993).



3. - **Contenido hídrico del hongo.** La pérdida de agua o desecación poscosecha durante el almacenaje repercute en la disminución de peso y marchitez del producto bajando considerablemente la calidad del producto. Por el contrario, la humedad elevada promueve la germinación y crecimiento de contaminantes en los carpóforos, los hongos deben tener normalmente del 85 al 90% (Guzmán 1993).

4. - **Humedad ambiental.** En relación con lo anterior es recomendable no tener los hongos expuestos a corrientes de aire, si no mantenerlos en contenedores debidamente protegidos con una humedad relativa del 80 al 90%. Son recomendables recipientes de unicel cubiertos con plásticos o de cartón con papel encerado (Guzmán 1993).

5. - **Madurez de los hongos.** En condiciones óptimas los hongos frescos y jóvenes se conservan hasta 48 horas sin afectar su aspecto y consistencia, sin embargo existen varios métodos para preservarlos por mayor tiempo (Guzmán 1993). No se deben consumir ejemplares que estén viejos, arrugados, resecos, en mal estado, blandos, que huelan mal o atacados por insectos. Si al cortar el ejemplar a la mitad se ven surcos en la carne, hoyitos como puntos, se debe tirar, pues esos surcos son pequeñas galerías hechas por larvas de insectos. Si al tocar con el dedo sobre el sombrero apretando un poco la carne se hunde, esta parasitada y no es conveniente que permanezca en el cultivo (García 1993).

## IV. OBJETIVOS

### Objetivos generales.

Analizar las condiciones actuales del proceso de producción comercial del hongo seta *Pleurotus ostreatus* en el Valle de México.

Establecer una metodología para el cultivo de hongo *Pleurotus ostreatus* y someterla a comprobación experimental.

### Objetivos específicos.

- ◊ Describir las diferentes etapas del proceso productivo de *Pleurotus ostreatus* en el Valle de México.
- ◊ Describir los diferentes canales de comercialización de hongos setas para la región.
- ◊ Cuantificar los rendimientos del hongo *Pleurotus ostreatus* bajo la metodología sometida a experimentación.
- ◊ Evaluar desde el punto de vista económico y financiero la viabilidad del proceso de producción del hongo seta.

## V. METODOLOGÍA

El desarrollo de la investigación se basó en la aplicación de la siguiente metodología:

### \* INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.

Se realizó una revisión bibliográfica y hemerográfica relacionada con el tema para lo cual se visitaron los siguientes centros de información:

Biblioteca de la Universidad Autónoma Chapingo  
Colegio de Postgraduados  
Biblioteca Nacional  
Biblioteca de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Cuautitlán, UNAM  
Biblioteca de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM  
Biblioteca de Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Xochimilco

### \* TRABAJO DE CAMPO.

En esta fase de la investigación se visitaron 15 productores del hongo, ubicados en el D.F. en las delegaciones: Cuajimalpa, Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac, en el Estado de México en el poblado de Tepetlaoxtoc. Con el objeto de recopilar la información relacionada con el proceso de producción, infraestructura empleada, insumos, comercialización y capacitación.

Con base en lo reportado en la literatura, la información obtenida de los productores de los distintos niveles y otras fuentes de información como cursos y conferencias, se estableció una metodología base para el proceso productivo que fue sometida a comprobación durante este trabajo.

Así también, se ocupó equipo de medición tal como termómetro y medidor de humedad digital, usándose estos para recabar datos que permitieron sustentar el resultado que arrojó el estudio.

Se realizaron 2 experimentos:

Un primer experimento en el que se manejaron las siguientes variables: número de orificios, cantidad de micelio, bolsa negra, bolsa transparente, luz y oscuridad. Se realizaron 3 repeticiones para cada una de las variables, según se indica en la siguiente tabla:

			VARIABLE	
			No ORIFICIOS	MICELIO SEMBRADO (g.)
1° EXPERIMENTO	LUZ	BOLSA TRANSPARENTE	25	200
			25	150
			12	200
		BOLSA NEGRA	25	200
	OBSCURIDAD	BOLSA TRANSPARENTE	25	200
			25	150
			12	200
		BOLSA NEGRA	25	200

Se diseñó un segundo experimento con el fin de confirmar y en lo posible mejorar los resultados obtenidos en la primer experiencia respecto a la producción del hongo seta. La experimentación en este caso se realizó con 30 repeticiones, en las siguientes condiciones controladas:

- 40 perforaciones por bolsa con un diámetro no mayor a 1 mm.
- Oscuridad uniforme durante el periodo de incubación.
- De 85 a 90% de humedad ambiental en la etapa de fructificación.
- Humedad relativa del ambiente durante la etapa de incubación entre 40 y 60%.
- Tamaño de la bolsa 50 x 70 centímetros.
- Bolsa transparente.
- Temperatura ambiental entre 19 y 23°C.
- Temperatura interna en la bolsa de 22 a 25°C.

A partir de la cuarta semana se le dió luz, ventilación, y riegos para mantener una humedad entre 85 y 90%.

Cuando hubo presencia de primordios se hicieron cortes a la bolsa con una navaja desinfectada a fin de favorecer el desarrollo del hongo.

La variable de respuesta evaluada en ambos experimentos es el rendimiento o producción de la especie.

#### \* TRABAJO DE ESCRITORIO.

Con los resultados obtenidos se elaboraron cuadros y gráficas, mismas que fueron analizadas e interpretadas, para ello se empleo un equipo de cómputo.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo de campo consistió en visitar diferentes productores de seta, para ello se hizo contacto con SAGAR, institución que proporcionó direcciones de algunos productores que habían participado en los eventos organizados por esta dependencia, también se estableció comunicación vía Delegación, particularmente a través de Desarrollo Rural donde se facilitó una relación de nombres de personas que se encontraban produciendo el hongo.

Al indagar las direcciones entregadas por SAGAR, se encontró que de las 10 direcciones sólo 2 se dedicaban actualmente a esta actividad. Dicho directorio se elaboró en el año de 1999.

En el cuadro No. 1 se resume la información obtenida de la muestra de los 15 productores visitados y que en forma real se dedican a la producción del hongo seta.

Se encontró entre los productores dos vertientes, una que consiste en producir el micelio (26.66 % de los productores) y los productores que se dedican a la producción de setas (86.66 %). Cabe señalar que ninguno de ellos permitió ver los procedimientos que practican para producir el hongo seta. El acceso a las instalaciones es muy restringido.

El 66.67 % de la producción esta encaminada al mercado local, muy poca es la que se vende fuera del lugar, en este caso se introduce a la Central de Abasto de Ixtapalapa desde luego con la participación de intermediarios.

**Cuadro No. 1. Estado actual en que se realiza la producción del hongo seta y su comercialización.**

PRODUCTOR	INSTALACIONES OPTIMAS	COMERCIALIZACIÓN			PRODUCTOR DE SEMILLA	PRODUCTOR DE SETAS	RECIBIERON CAPACITACIÓN
		MERCADO LOCAL	COYOTES Y CENTRAL DE ABASTO	RESTAURANTES			
1	X			X		X	X
2	X	X		X		X	X
3		X	X			X	
4		X				X	X
5		X				X	X
6			X			X	X
7		X				X	X
8		X	-	-		X	X
9		X				X	X
10		X				X	X
11		X				X	X
12			X		X	X	
13		-	-	-	X		
14			-	-	X		
15		X			X	X	
100%	13.33%	66.67%	20%	13.33%	26.66%	86.67%	66.67%

- El entrevistado no proporcionó información al respecto.

Los canales de comercialización van del productor al consumidor o bien del productor a restaurantes.

El 100% de los entrevistados se consideran dentro del rubro de productores de hongo seta, siendo que estos no se pueden considerar como tales ya que dejan pasar lapsos de tiempo tan largo como 4 a 6 meses sin sembrar, y con un nivel de producción muy bajo de 5 a 10 kg./semana.

Un 66% han sido capacitados por las Delegaciones, a través de cursos impartidos por el INCA Rural. Los cursos tienen una duración de 15 horas.

Existen diferentes técnicas de manejo dentro de los mismos productores, algunos tienen técnicas de asepsia demasiado estrictas, pero también hay los que no tienen ningún cuidado en el manejo del cultivo. Es importante aclarar que en todos los casos algunos datos y comentarios de los entrevistados deben tomarse con reserva ya que es un círculo muy cerrado al cual es muy difícil acceder. Existe poca información al respecto y los conocimientos son obtenidos por los productores a través de la experiencia, del mismo modo, la solución a los problemas que se les presentan durante el proceso productivo, cosecha y postcosecha, es resuelto sobre la marcha, todo ello hace que la información no sea proporcionada en forma real y clara.

Las instalaciones de los productores van desde cuartos hechos con lámina de cartón y con plásticos para manejar la luz, en donde en algunos casos es el mismo para la incubación y después es utilizado para la fructificación, hasta las más modernas construidas de concreto con áreas bien definidas para cada actividad teniendo un manejo más detallado. Únicamente dos productores poseen este tipo de construcción, que para los fines de este estudio fue considerada como óptima, el resto de los productores (aproximadamente el 87%) no cuenta con una infraestructura apropiada para el cultivo del hongo.

A manera de ejemplo, a continuación se describen algunas de las mejores instalaciones visitadas en la presente investigación durante la fase de campo.

#### CUAJIMALPA.

En Acopilco Delegación de Cuajimalpa, se visitaron dos granjas las cuales tienen instalaciones parecidas, están hechas de tabicón y techo de lámina con lámparas de luz blanca en su interior (foto No. 1).

Ambos productores adquieren el micelio. El primer productor tiene su granja dividida en:

Área de pasteurización, aquí se encuentra una tina en la cual se efectúa el tratamiento de pasteurización al sustrato, cuenta con una instalación de gas y agua. Un sistema de poleas para poder sacar la paja ya pasteurizada, debido a que el sustrato en estas condiciones aumenta considerablemente de peso.

Área de siembra del sustrato, se encuentra colocada a un costado de donde se realiza el tratamiento térmico, de manera que en cuanto se retire la paja de la tina entra

inmediatamente a esta zona por una ventana (foto No. 2), colocándose en una mesa de cemento, previamente lavada y limpiada con alcohol o se encala en cada ocasión que se utiliza en la que se extiende el sustrato (foto No. 3).

Se tiene un estante donde se colocan todos los implementos necesarios para la siembra, evitándose la entrada y salida durante la siembra, el piso de esta zona es de cemento para facilitar su aseo. Este lugar se utiliza también como zona de incubación.

Área de producción, esta tiene ventanas cubiertas con malla de plástico muy cerradas para evitar que entren insectos voladores en especial el mosquito, así como roedores.

El primer productor utiliza el método de estacas para colocar sus bolsas ya sembradas, para ello emplea pequeños rines de auto como base para mantenerlas en posición vertical y en el centro una varilla de fierro, una vez terminado el pastel se inserta sobre la varilla (foto No. 4). El llenado de la bolsa comienza con una capa de sustrato ya pasteurizado y después una capa de micelio, así sucesivamente hasta llenar toda la bolsa, al terminar se cierra con una liga o un pedazo de rafia, posteriormente se espera el período de incubación, el riego es directo con una mochila de aspersión (cultivo vertical).

En opinión de los productores, se obtiene un rendimiento promedio de 4 kg. por bolsa de 70 x 90 cm. Otra práctica importante es la remoción a los pasteles, esto con el fin de asegurar el desarrollo de todos los cuerpos fructíferos, de no remover esta, existe la posibilidad de que muchos primordios (nombre de los cuerpos fructíferos al inicio de su desarrollo) queden atrapados y no puedan salir por la bolsa. La remoción de la bolsa se lleva a cabo después del tercer corte, con esto se pretende tener más producción.

Esta técnica para el cultivo del hongo seta es realizada por los productores con algunas variantes a saber:

En la siembra algunos utilizan carbonato de calcio o cal con yeso.

Algunos otros pican los pasteles el mismo día de la siembra, otros lo hacen 3 días después.

Los orificios, así como la cantidad de los mismos, varían de 2 a 60 por bolsa.

El riego es aplicado por aspersión, chorro de agua directa al pastel, mojando piso y paredes.

La bolsa es de diferentes tamaños de acuerdo a sus necesidades.

Dentro del período de incubación colocan las bolsas amontonadas, colgadas, en anaqueles de madera o metal.



**Foto No. 1 Instalación para el cultivo de hongo seta construida con tabicón y lámina, clasificada en este estudio como una de las más apropiadas.**



**Foto No. 2 Tina para el tratamiento térmico de la paja.**





**Foto No. 3 Mesa para la siembra del hongo.**



**Foto No. 4 Varillas en las que se insertan las bolsas ya sembradas para su incubación, se busca aprovechar el espacio y tener un fácil manejo.**

El segundo productor no tiene un sistema de poleas en el área de pasteurización, cuenta con un área exclusiva de incubación hecha de polines de madera cubierta con plásticos negros, y coloca las bolsas de plástico sobre madera en forma de estantes, su piso es de tierra.

Área de fructificación, cuenta con estructuras de metal en forma de escalera de caracol pero sin barandal, en la cual se colocan las bolsas, no tiene ventanas, riegan con manguera mojando techo, paredes, pisos y cierra el local rápidamente para mantener la humedad.

Esta planta esta en desniveles y cada área se encuentra separada de la otra por varios metros.

Este productor utiliza el método de siembra en bolsas de plástico transparente de aproximadamente 70 x 90 cm., encala todo y lo lava con cloro, después de cada siembra, también limpia las bolsas con alcohol antes de utilizarla. Su técnica es muy similar a las anteriores, con algunos cambios, como es el hecho de colocar un filtro de toallas faciales de algodón en los costados de las bolsas pegado con cinta adhesiva, esto con el fin de tener una ventilación adecuada para la fructificación, una vez en este proceso se realizaran tres cortes y máximo cuatro. Él coloca su producción en restaurantes de Cuajimalpa, los cuales surte dos veces por semana, sin mencionar los volúmenes. Cabe indicar que no se tuvo acceso total a las instalaciones ya que únicamente se pudieron observar desde fuera, el método fue descrito con información de viva voz por el productor.

## TEPETLAOXTOC.

Se encuentra localizado a 20 Km. de Texcoco, existe un solo productor mismo que proporcionó algunos datos sobre la producción del hongo seta, este como todos, toma esta actividad como complementaria, utilizando sustratos como paja de trigo, paja de cebada y olote de maíz, mencionando que con todos tuvo el mismo rendimiento. Utilizó en sus últimas siembras la paja de cebada, presuntamente pasteurizada la paja es colocada en bolsas transparentes de 60 x 90 cm. y posteriormente puestas en soportes con un tubo en medio para después ser insertadas en medio de estas.

La cantidad de inóculo utilizado es aproximadamente 180 g. por bolsa, comentando que está en función de la época del año, si hace más frío se tendrá que utilizar mayor cantidad llegando a utilizarse hasta 250 g. por cada bolsa.

Se perfora la bolsa con un total de 25 orificios por lado para tener suficiente ventilación y así ayudar al intercambio gaseoso.

Posteriormente son introducidas al área de incubación bajo condiciones de obscuridad, donde permanecen por 3 semanas para después pasar al área de fructificación construida de paredes de ladrillo y techo de lámina, debiendo de regar tres veces al día para

mantener la humedad. Los rendimientos van de 4 a 5 kg. por bolsa, es importante aclarar que estos datos fueron proporcionados verbalmente.

La actividad no es realizada con continuidad, según el productor obtiene ejemplares de aproximadamente 1.5 kg. en la primera siembra, teniendo un total de 5 kg. por bolsa.

#### XOCHIMILCO, MILPA ALTA.

Emplean la misma técnica mencionada anteriormente, ya que estos productores tomaron el curso por medio de la Delegación vía INCA Rural. Todos los productores de las Delegaciones emplean la misma técnica y la gran mayoría tienen instalaciones.

Se presentan tres modalidades en la producción:

- a) Aquella en la que el productor compra el micelio, siembra y obtiene producción de cuerpos fructíferos.
- b) Los que se dedican a la producción de cuerpos fructíferos y adquieren las bolsas ya sembradas.
- c) Otros producen en pequeñas cantidades pero tratan de ser constantes, razón por lo que pasteurizan y siembran varias veces a la semana a fin de tener una calendarización. Ellos colocan su producto en el tianguis de la localidad.

#### TLÁHUAC.

Ellos tienen en su mayoría instalaciones rústicas y adaptadas en sus casas, su producción la comercializan en el mercado local, son pequeños productores que introducen al mercado local entre 15 y 20 kg. semanales.

Estos tienen apoyo de distintos proveedores de micelio de *Pleurotus florida* y *Pleurotus ostreatus* ya que físicamente son parecidos.

Tienen distintas técnicas de picado entre las que se encuentran la del orificio de 3 x 3 cm. en el centro de la bolsa y la del picado de la bolsa.

Hay instalaciones de concreto y en el cuarto utilizado para fructificación las bolsas son colgadas de una viga sostenida del techo.

Otros productores, tienen un solo cuarto adaptado con polines y plástico negro y en ocasiones utilizan los árboles del jardín como soporte de los plásticos, estantes hechos de tablas muy rústico, aquí la utilizan como zona de incubación y fructificación, miden aproximadamente 2 x 5 m., pasteurizan en tambos de 200 litros y siembran al aire libre;

como medida de higiene se cubren el pelo y la boca y no siembran con anillos ni relojes, procuran tener las uñas cortas. No son constantes en la producción de hongo ya que tienen otra actividad de la cual obtienen recursos.

## CONDICIONES EXPERIMENTALES PARA LA PRODUCCIÓN DEL HONGO SETA.

La fase experimental se llevó a cabo en el municipio de Tlalnepantla, entre las coordenadas 19° 30' 45" de latitud norte y 99° 12' 42" longitud oeste.

Se tiene un clima templado subhúmedo (C\w) con una temperatura media anual de 15.6 °C; esta temperatura es adecuada para el cultivo del hongo. Tomando en consideración que esta especie se desarrolla en un ambiente con temperatura entre 11 y 25°C.

Dentro del marco edafológico la localidad se encuentra en un llano dentro del municipio, teniendo suelos feozem álico de textura fina; estos suelos poseen una capa superficial oscura suave y rica en materia orgánica, el uso ha dejado de ser agrícola y pecuario, tiene uso urbano.

La instalación utilizada para la producción de hongo seta durante la fase experimental de esta investigación mide 2 m de ancho y 3 de largo, cuenta con puerta de triplay y paredes de ladrillo con piso de concreto y techo de lámina de fibra de vidrio y una ventana de 120 por 80 cm, con protección de mosquetero para controlar el problema de la mosca.

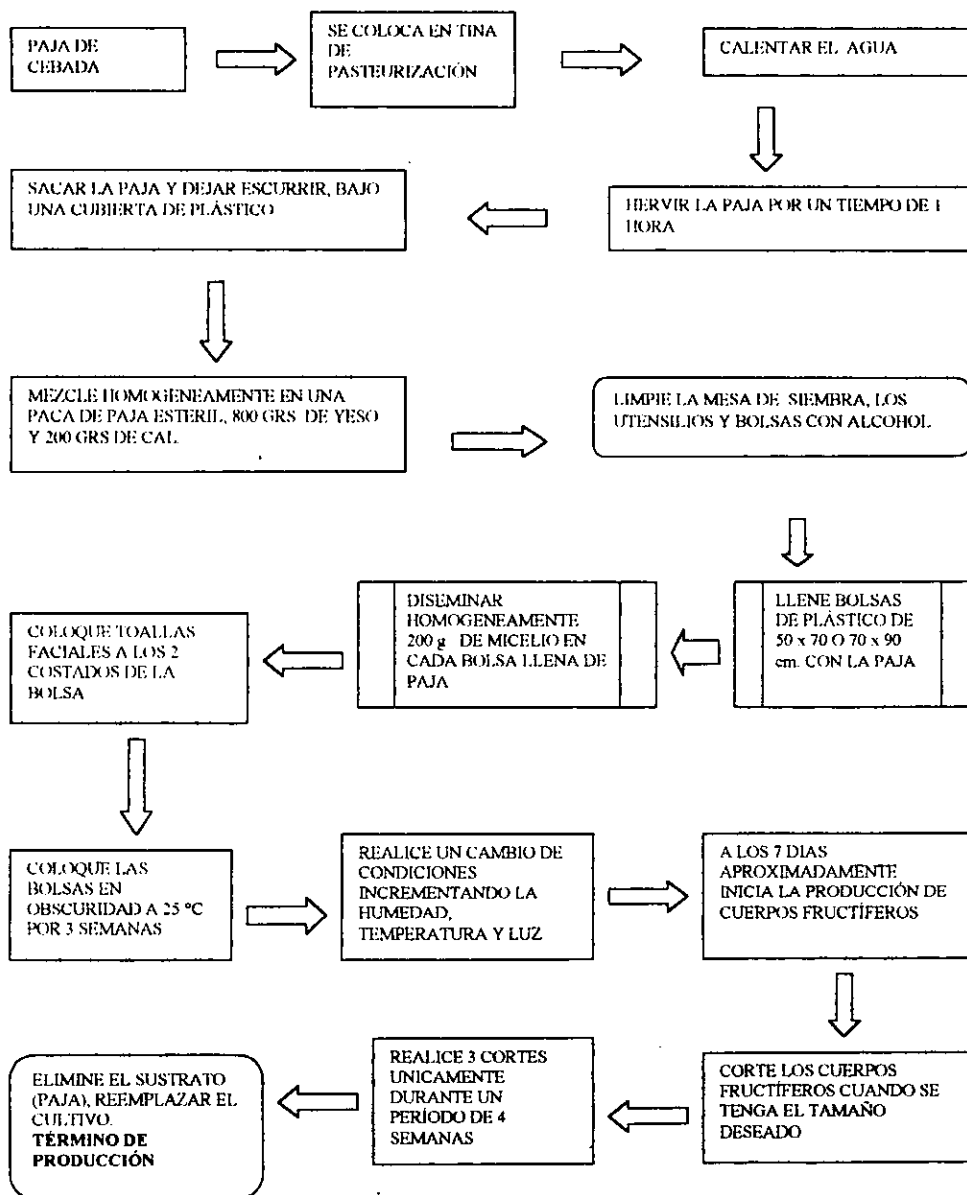
Para controlar la luz, el espacio se dividió con placas de unicel en dos compartimentos uno oscuro y otro con luz ambos a una temperatura promedio de 19 °C durante el día y noche .

El monitoreo diario de temperatura y humedad se realizó con un termómetro e higrómetro marca SAFT DIGITAL, los datos se muestran en el cuadro No. 2.

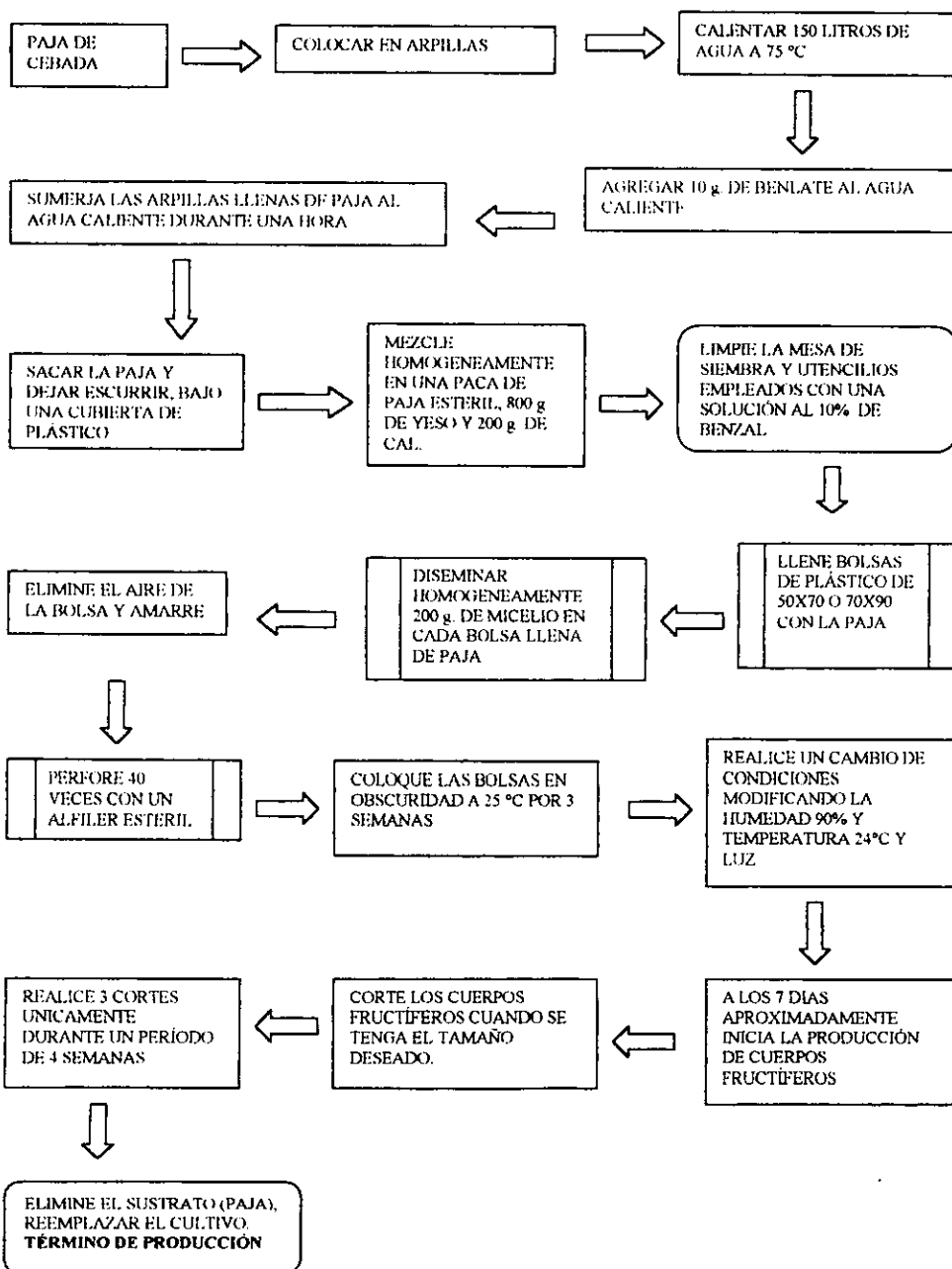
En resumen, la fase experimental estuvo expuesta más comúnmente a temperaturas de 18 a 22°C durante el día y durante la noche de 17 a 19°C. Respecto a la humedad se mantuvo entre 40 y 60 % durante el día y la noche en el periodo de incubación.

En fructificación hubo un cambio en lo que respecta a la temperatura, misma que osciló entre 16 a 18°C durante el día y se mantuvo similar en la noche; con respecto a la humedad esta es de 80 a 90%, siendo semejante también para la noche.

## Diagrama de Flujo: No. 1 Técnica para el cultivo de hongo seta por los productores del Valle de México.



**Diagrama de Flujo No. 2 Técnica empleada en la presente investigación para producir el hongo seta.**



**Cuadro No. 2 Temperatura y humedad registrada durante la fase experimental.**

DÍA	TEMPERATURA °C		HUMEDAD*		DÍA	TEMPERATURA °C		HUMEDAD*	
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE		DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE
1	SIEMBRA				30	18	18	85	80
2	20	22	60	60	31	15	17	80	83
3	22	21	58	73	32	16	18	80	84
4	22	21	63	60	33	17	17	83	80
5	23	22	57	53	34	18	18	80	87
6	22	20	54	53	35	17	16	88	88
7	22	19	50	51	36	16	17	87	89
8	20	19	55	57	37	18	17	85	87
9	21	20	56	57	38	17	18	87	89
10	23	20	53	55	39	16	15	90	89
11	21	19	51	52	40	15	15	90	88
12	22	20	50	49	41	16	17	86	88
13	20	18	43	42	42	18	17	87	90
14	20	19	40	41	43	18	18	89	88
15	23	20	42	42	44	18	18	85	85
16	20	22	43	45	45	17	17	83	84
17	20	20	45	48	46	17	17	85	87
18	20	19	46	47	47	18	18	84	85
19	19	18	47	50	48	18	17	85	87
20	20	19	50	52	49	18	16	85	85
21	21	19	55	58	50	17	17	85	86
22	20	19	60	63	51	17	16	85	87
23	18	17	69	75	52	17	18	85	88
24	17	17	75	73	53	18	17	80	85
25	15	16	75	76	54	17	17	82	85
26	17	18	70	75	55	17	16	70	75
27	17	15	75	83	56	16	17	80	84
28	16	17	85	85	57	17	18	82	86
29	18	18	85	87	58	17	17	86	84

En las condiciones antes descritas se realizó un primer experimento en el cual fueron sembradas un total de 24 bolsas de 50 x 70 cm., manejando 6 variables y 2 interacciones entre ellas, teniéndose 3 repeticiones con cada muestra arrojando los siguientes resultados.

#### EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN FRENTE A LA VARIABLE INÓCULO.

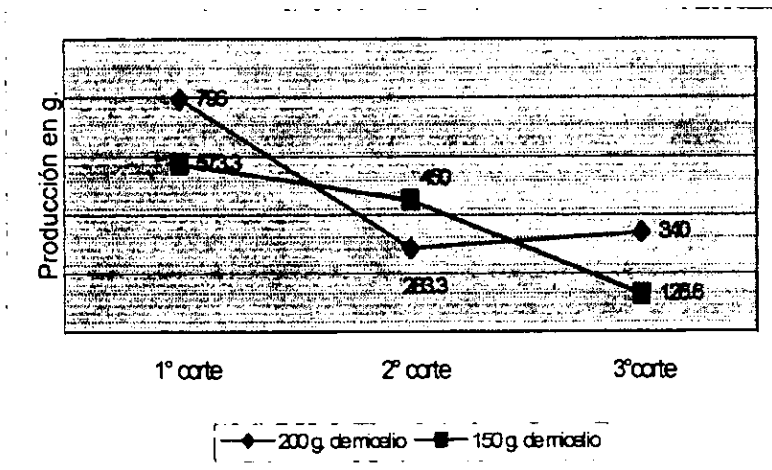
Fue medida la producción en cada uno de los tres cortes de acuerdo a la cantidad de micelio utilizado en el proceso de siembra, proporcionándole condiciones de luz a las dos muestras en la etapa de fructificación.

En la gráfica No. 1 se describe el comportamiento que presentó la producción a lo largo de los 3 cortes realizados, se obtuvo mayor cantidad (796.66 g.) cuando se utilizaron 200 g. de inóculo, fue en este mismo tratamiento en donde se registran el mayor rendimiento (1420 g.), mientras que al utilizar 150 g. de inóculo la producción promedio por bolsa fue de 1150 g.



rendimiento (1420 g.), mientras que al utilizar 150 g. de inóculo la producción promedio por bolsa fue de 1150 g.

**Gráfica No. 1 Producción de hongo seta en los tres cortes realizados.**



Un análisis de los rendimientos obtenidos, muestra una diferencia de 270 g. en favor del inóculo de 200 g.

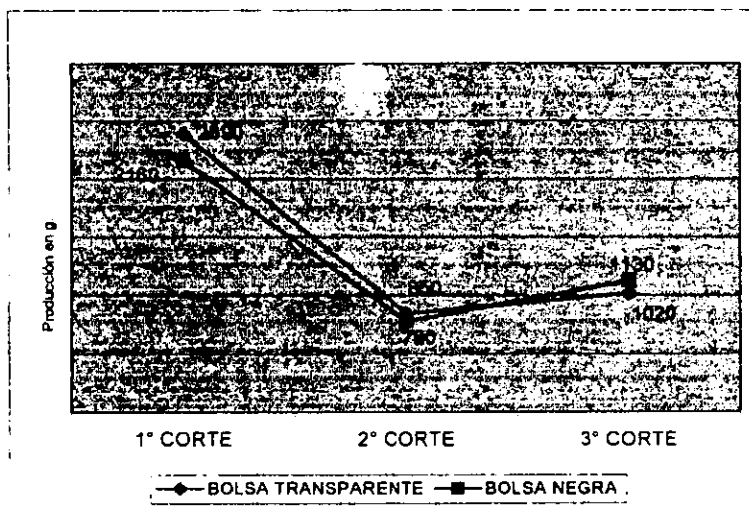
Guzmán (1993) recomienda que la cantidad de inóculo deberá estar entre 210 y 300 g. para obtener una producción promedio de 700 g. de hongo fresco en la primera cosecha, 400 g. en la segunda y 150 g. en la tercera, en total la producción suma 1250 g. En el presente estudio, una producción ligeramente mayor (1420 g.) fue obtenida utilizando 200 g. de inóculo (gráfica No.1).

Lo anterior demuestra que la metodología seguida hasta ahora para el cultivo del hongo seta puede aún mejorarse e incrementar los rendimientos, pues utilizando 300 g. sembraremos tan solo 3.33 bolsas y al utilizar 200 g. sembramos 5 bolsas, cada una con un rendimiento promedio de 1100 g, es decir, en el primer caso obtendríamos 3663 g. contra 5500 g. del segundo caso, la diferencia aproximadamente es de 1840 g. por cada kilo de inóculo.

Con base en lo anteriormente dicho, se recomienda utilizar 200 g. de inóculo.

**CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN FRENTE A VARIABLE COLOR DE LAS BOLSAS.**

**Gráfica No. 2 Producción con respecto al color de la bolsa.**



Se puede apreciar en la gráfica 2 que las bolsas transparentes presentaron una mayor producción total con respecto a las negras, (Guzmán 1993) recomienda no utilizar bolsas negras por el inconveniente de no poder ver la presencia de algún moho contaminante, lo cual pone en riesgo toda la cosecha, aunque algunos productores las llegan a manejar.

Durante la incubación es favorable la obscuridad y la bolsa negra es la conveniente, pero en la etapa de fructificación la luz juega un papel importante de manera que la bolsa negra no tendrá la misma respuesta respecto a las horas-luz como lo menciona Guzmán (1993), Zamora (1998) y Avila (1997).

La experiencia obtenida concuerda con Guzmán (1993) sobre todo en la etapa de incubación, es muy importante la vigilancia de las bolsas con respecto a contaminación ya que cualquiera que esta fuere, se puede propagar rápidamente pero esto no es posible detectar con cierta facilidad con bolsas negras.

Por su parte, en la etapa de fructificación, no se puede apreciar la presencia de primordios cuando la bolsa es negra y al no hacer orificios en los lugares en donde estos se encuentran son estrangulados, representando esto una pérdida de producción, este estrangulamiento se debe a la búsqueda de luz como lo reporta Guzmán (1993), Zamora (1998) y Avila (1997).

Las diferencias cuantitativas en la producción total entre los colores de bolsa, aún cuando no son tan grandes favorecen a la bolsa transparente, razón por la cual consideramos es la más apropiada, en la práctica de hecho, es la más utilizada (el 90% de los productores la usan).

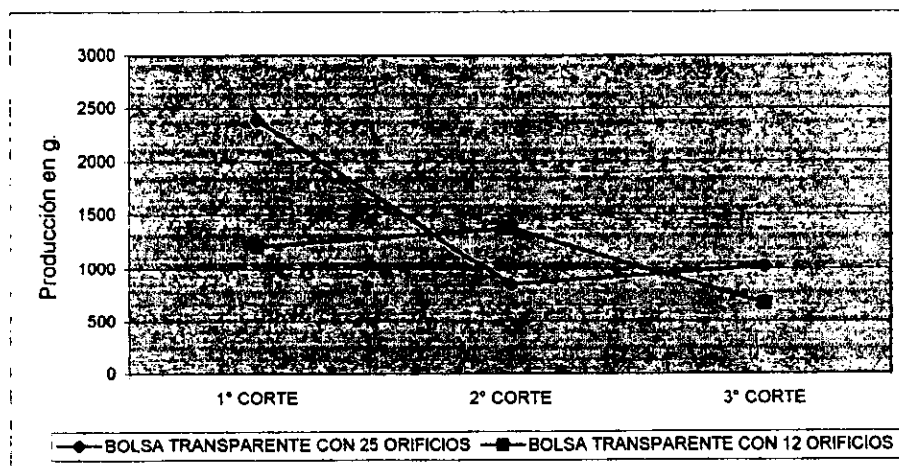
Por lo anterior, la bolsa transparente es la más recomendada y la que tienen más ventajas en su utilización.

### PRODUCCIÓN CONTRA NÚMERO DE ORIFICIOS.

Al evaluar la producción respecto al número de orificios en las bolsas con luz en todo el proceso de producción, se encontró una reducción a medida que el cultivo envejece (gráfica No. 3) y (cuadro No. 3).

Con las bolsas de 25 orificios se obtuvo una mayor producción (gráfica No.3) con respecto a las bolsas con 12 perforaciones, las cuales se hicieron con un clavo grueso y desinfectado. Esto tuvo como desventaja la proliferación de mosca de los hongos. Con los orificios de este tamaño las moscas pueden entrar a las bolsas, reflejándose en la producción total de hongo, debido a que la mosca es portadora de hongos no deseados y de bacterias que causan enfermedades al hongo seta.

**Gráfica No. 3 Producción de acuerdo con el número de orificios en condiciones de luz.**



Esta plaga puede aparecer en cualquier etapa del proceso del cultivo, teniendo preferencia por la etapa de incubación de las bolsas depositando sus huevecillos sobre el sustrato, sus larvas pueden desarrollarse tomando el micelio como alimento (Guzmán 1993).

Cuadro No. 3 Rendimiento en g. obtenido de hongo seta durante los tres cortes

VARIABLE		1° CORTE			2° CORTE			3° CORTE				
No. ORIFICIOS	MICELIO SEMBRADO (g.)	PRODUCCIÓN TOTAL DE LA MUESTRA (g.)	PRODUCCIÓN PROMEDIO POR BOLSA (g.)	PRODUCCIÓN TOTAL DE LA MUESTRA (g.)	PRODUCCIÓN PROMEDIO POR BOLSA (g.)	PRODUCCIÓN TOTAL DE LA MUESTRA (g.)	PRODUCCIÓN PROMEDIO POR BOLSA (g.)	TOTAL (g)	PRODUCCIÓN PROMEDIO POR BOLSA (g.)			
1° EXPERIMENTO	LUZ	25	200	2 390.00	796.66	850.00	283.33	1 020.00	340.00	4 260.00	1 420.00	
		25	150	1 720.00	573.33	1 350.00	450.00	380.00	126.66	3 450.00	1 150.00	
		12	200	1 209.00	403.00	1 380.00	460.00	670.00	223.33	3 259.00	1 086.33	
	OBSCURIDAD	Bolsa negra	25	200	2 160.00	720.00	780.00	260.00	1 130.00	376.66	4 070.00	1 356.66
		Bolsa transparente	25	200	1 295.00	431.66	620.00	206.00	1 070.00	356.66	2 985.00	995.00
		Bolsa negra	25	150	755.00	251.66	580.00	193.33	900.00	300.00	2 235.00	745.00
		12	200	1 120.00	373.33	1 020.00	340.00	540.00	180.00	2 680.00	893.33	
		25	200	1 380.00	460.00	1 830.00	610.00	550.00	183.33	3 760.00	1 253.33	
		PRODUCCIÓN TOTAL DE 1° EXPERIMENTO									26 699.00	1 112.45
2° EXPERIMENTO	LUZ	40	200	23 480.00	782.66	14 690.00	489.66	7 400.00	246.66	45 570.00	1 519.00	
		PRODUCCIÓN TOTAL DE 2° EXPERIMENTO									45 570.00	1 519.00

Es muy probable enfrentar el problema de la mosca, si esta surge, puede combatirla de manera natural con una mezcla de ajo, cebolla y epazote en porción de 1:1:1. Cabe hacer notar que esta fórmula es producto de un ensayo realizado en este estudio.

Es indispensable perforar las bolsas, en caso de no hacerlo se acumula amoníaco y se inhibe el crecimiento del hongo. La humedad no es un factor determinante del micelio pues el desarrollo del micelio tiene lugar sin problema entre 40 y 60%.

Zadrazil (1978), menciona que *Pleurotus ostreatus* requiere altas concentraciones de bióxido de carbono para un mejor desarrollo micelial y germinación de esporas. Sánchez (1993) señala que una concentración relativamente alta de bióxido de carbono (20 a 25%) es útil para propiciar el crecimiento del micelio; sin embargo, concentraciones superiores al 6% inhiben la formación de primordios.

Alarcón reporta que para favorecer su aireación, es necesario que alrededor de la bolsa se haga de 50 a 100 perforaciones con la punta de un alfiler desinfectado, o bien de 2 a 4 orificios grandes (1 cm. de diámetro) distribuidos de la misma manera y sellados con una tela muy fina que sirva de filtro y no permita la penetración de la mosca, pero si tener intercambio gaseoso.

#### PRODUCCIÓN EN RESPUESTA A LA CANTIDAD DE MICELIO.

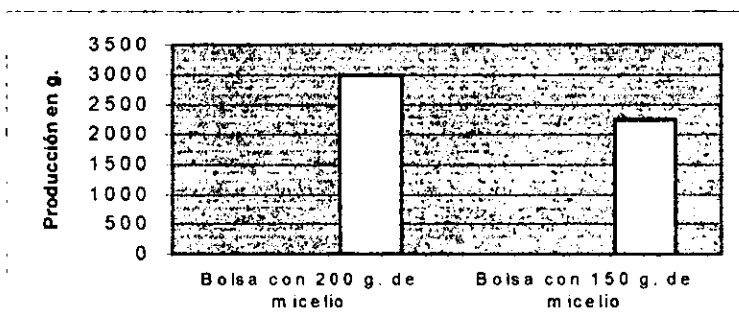
Se cuantificó la producción al hacer variar la cantidad de micelio (inóculo) con la variante de colocar en condiciones de obscuridad este tratamiento durante la etapa de fructificación.

Una vez más se comprueba que los rendimientos son mayores con un inóculo de 200 g. en este estudio se alcanzo una producción promedio de 995 g. por bolsa mientras que cuando se utilizó un inóculo de 150 g. los rendimientos son de 745 g. (cuadro No. 3)

Cabe señalar que los rendimientos bajan considerablemente bajo condiciones de obscuridad en la etapa de fructificación, esto se demuestra si comparamos el cuadro No. 3 con la gráfica No. 4, observe que para 200 g. de inóculo en el primer caso hay una producción total de 4260 g. y en el segundo caso fue de 2985 g. es decir, 1275 g. a favor de una fructificación de luz indirecta. Cuando se utilizaron 150 g. esta diferencia también desfavorece la fructificación en condiciones de obscuridad, en este caso encontramos una producción de 3450 g. en condiciones de luz y 2235 g. bajo condiciones de obscuridad arrojando una diferencia de 1215 g.

Alarcón indica que la presencia de luz indirecta si es necesaria, ya que el *Pleurotus* es fotosensitiva, es decir, requiere de luz para estimular la formación de primordios.

**Gráfica No. 4 Producción con respecto a la cantidad de micelio en obscuridad.**



#### **EFFECTO DEL COLOR DE LA BOLSA EN LA PRODUCCIÓN DEL HONGO SETA.**

El comportamiento de la producción en condiciones de obscuridad durante el periodo de incubación haciendo variar el color de la bolsa, se ilustra en la gráfica No. 5, sorprendentemente la mejor respuesta se presentó en la bolsa negra, creemos que bajo condiciones de obscuridad el color de la bolsa no tiene influencia en el rendimiento y que fue casual que hayan sido mayores en la bolsa negra.

Cabe señalar que únicamente en este tratamiento la bolsa negra favoreció la producción del hongo, razón por lo cual, se descarta su uso desde nuestro punto de vista.

Finalmente cuando se evaluó la producción total de la muestra bajo condiciones de obscuridad haciendo variar el número de orificios por bolsa con el fin de que se realice el intercambio gaseoso, y que en particular se libere el amoniaco producido por la hidrólisis del sustrato, se encontró que un mayor número de orificios favorece el rendimiento del hongo seta, gráfica No.6.

En este primer experimento se hicieron 25 y 12 orificios con un clavo, el diámetro de los orificios fue de 2-3 mm., durante el desarrollo experimental se tuvo presencia de mosca debido al diámetro de las perforaciones.

Producto de este tratamiento, se decidió para un segundo experimento, reducir el diámetro de los orificios a 1 mm. manteniendo constante el número de 40.

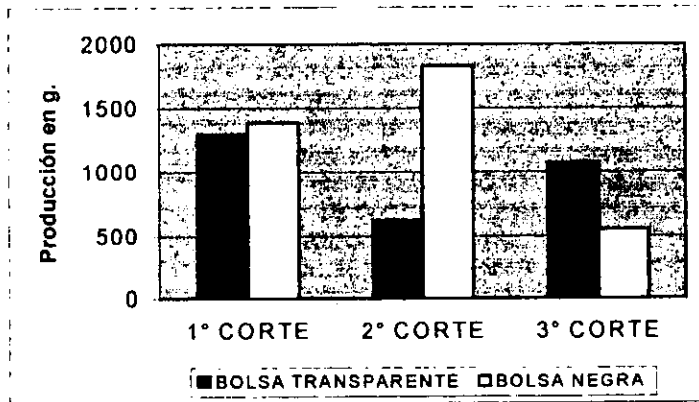
Un análisis de la gráfica No.6 permite concluir que 25 orificios propició una mayor producción que 12. Cuando es menor la cantidad de orificios o nula las bolsas no tienen una invasión rápida o no se presenta.

La literatura registra (Pulido 1998) que una concentración de CO<sub>2</sub> entre un 10 y 20% mejora su velocidad de crecimiento deteniéndose cuando sobrepasa del 30%, por lo

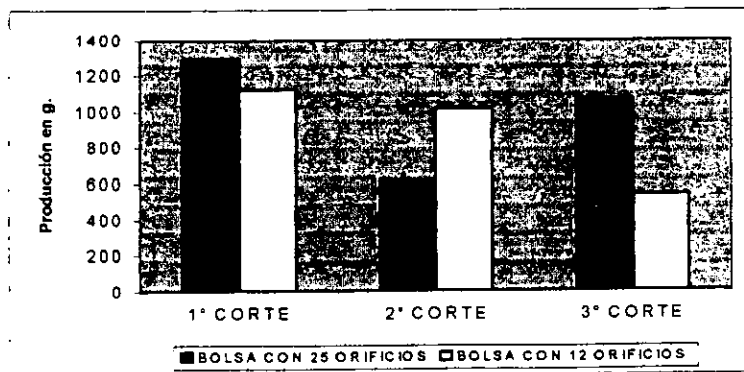
que es importante que los contenedores permanezcan cerrados y solo contengan un número determinado de perforaciones que regulen el ambiente gaseoso del sustrato.

Los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con lo recomendado por Zamora (1998), para fines comerciales deben realizarse tres cortes, debido a que 80% de la producción, se obtiene durante las dos primeras cosechas.

**Gráfica No. 5 Producción comparando el color de la bolsa.**



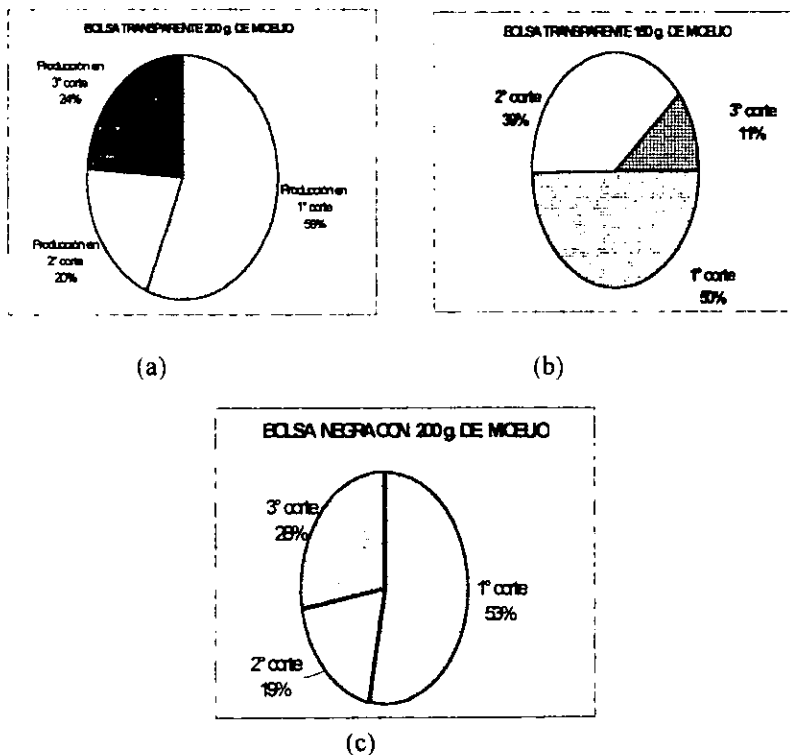
**Gráfica No. 6 Producción con relación a la cantidad de orificios bajo condiciones de obscuridad.**



Se encontró experimentalmente en este trabajo, que las condiciones de luz, humedad, obscuridad, número de perforaciones y CO<sub>2</sub>, gráfica No.7 (a, b, c), tienen

influencia en el rendimiento del hongo seta, sin embargo, indistintamente de los factores, la primer cosecha es siempre la más abundante y continua reduciéndose paulatinamente, esto coincide con lo reportado por Zamora, quien recomienda hacer hasta tres cortes. En este trabajo se encontró que la producción continúa más allá de los tres cortes, sin embargo, los rendimientos son bastante bajos (de 50 a 100 g.) y no se consideran redituables por requerir mucho tiempo, mano de obra y espacio que deben emplearse para realizar una nueva siembra.

**Gráfica No. 7 Rendimiento del hongo seta bajo diferentes factores del ambiente.**



**EFFECTO DE LA PRODUCCIÓN DE *P. ostreatus* EN LUZ Y OSCURIDAD.**

Una comparación en cuanto a producción (cuadro No. 4), muestra que las bolsas durante el proceso de fructificación bajo condiciones de luz presentan más altos rendimientos que mantenidas en condiciones de oscuridad, sé encontró que en este último caso, las setas presentan deformaciones en el sombrero, son de tamaño pequeño poseen un pie demasiado largo, son muy frágiles y fueron poco succulentas. Las fructificaciones que estuvieron en condiciones de luz fueron más grandes, alrededor de los 15 cm. de diámetro



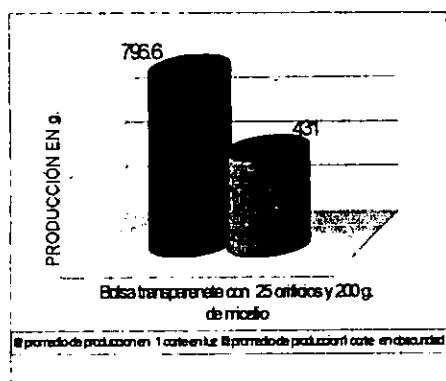
en el sombrero y cuando más pequeños (de 10 cm. aproximadamente), presentaban un pie corto o crecían pegadas a la bolsa, son de consistencia carnosa y de color uniforme.

**Cuadro No. 4 Producción de setas en condiciones de luz y oscuridad.**

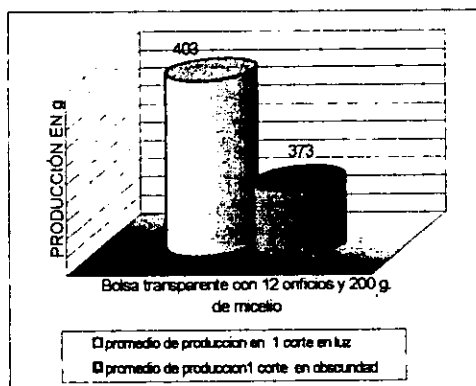
Condiciones	Total de Producción (g.)	Promedio por Bolsa (kg.)
Luz	15039	1.253
Oscuridad	11660	.971

Las condiciones de luz y oscuridad son importantes, la producción es mayor en luz que en oscuridad, indistintamente de la interacción con cualquiera de las otras variables manejadas en esta investigación, como se muestra en la gráfica No.8 (a, b, c, d).

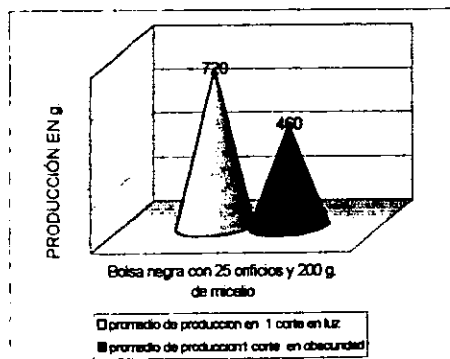
**Gráfica No 8 Producción de *Pleurotus ostreatus* en luz y oscuridad.**



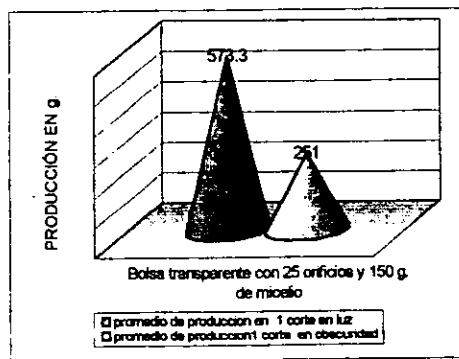
(a)



(b)



(c)



(d)

Podemos afirmar que se obtuvo mejores resultados cuando las muestras estaban expuestas a la luz en la etapa de fructificación, siendo esta un factor muy importante para la producción, así como para el crecimiento de los primordios evitando con esto también que tenga malformaciones. Con 200 g. de micelio se obtuvo mayor producción que con la de 150 g.

Un segundo experimento fue realizado a partir del 26 de octubre con el fin de confirmar los resultados obtenidos en el primero, para lo cual, en esta última fase experimental se mantuvo en condiciones uniformes, las variables en las que se obtuvo la mejor respuesta.

En este segundo experimento (prueba confirmativa) un total de 30 repeticiones se realizaron.

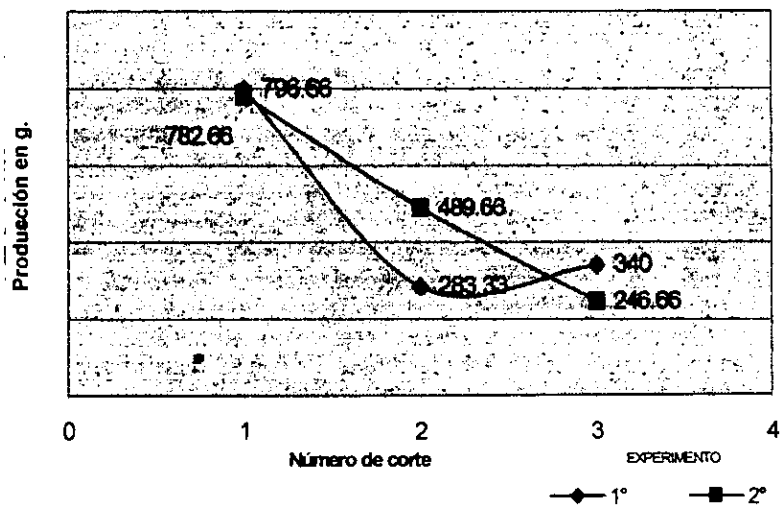
Los rendimientos obtenidos en el primero y segundo experimento ambos con 200 g. de micelio, indican que la producción del segundo, es mayor que la del primero con aproximadamente 100 g. de diferencia por bolsa creemos que este incremento en el rendimiento se debe al tamaño de la perforación que trae consigo el que la mosca no penetra cuando el orificio es menor o igual a 1 mm. como en el segundo experimento. De acuerdo con lo reportado por Pulido (1998), la mosca afecta negativamente la producción incidiendo durante la etapa de incubación al alimentarse del micelio. A un cuando la diferencia en la producción de 100 g. por bolsa puede considerarse baja, al multiplicarla por el número de bolsas, hablamos de un total de 3 kilos que pueden considerarse no despreciables.

En la gráfica No.9 se compara la producción de *Pleurotus ostreatus* obtenida en los dos experimentos con 25 y 40 orificios y condiciones de luz respectivamente, puede observarse que prácticamente no hay diferencia en la producción en el primer corte, esta es de 200 g. de diferencia para el segundo, favoreciéndose el segundo experimento y de 100 g. en el tercer corte siendo mejor en el primer experimento. En general, el segundo experimento tiene 126 g. de producción más, confirmando que son mejor los orificios pequeños que orificios grandes.

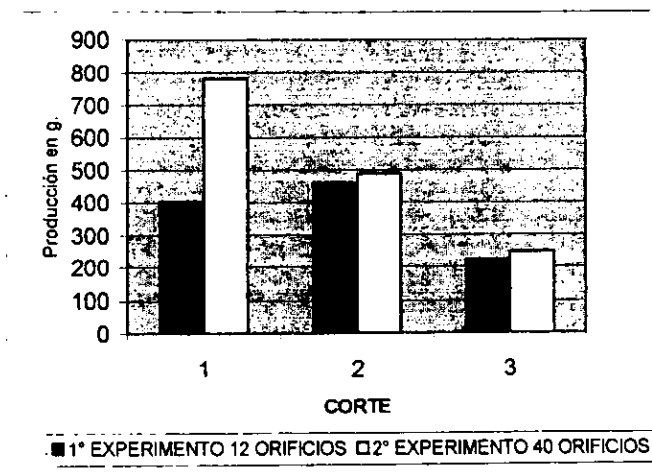
Cuando el número de orificios grandes como el del primer experimento se reduce, afectan más negativamente el rendimiento como se observa en la gráfica No.10 en donde los 40 orificios pequeños presentan hasta un 39 % de incremento en la producción que el tratamiento de los 12 orificios grandes.

Es importante señalar que en este último caso no solamente la mosca es un factor que limita el rendimiento, se suma también la elevada concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de la bolsa por falta de ventilación como lo indica Pérez (1996). Cuando se analizó la producción promedio por bolsa transparente de 12 orificios del primer experimento con la muestra del segundo, se observó un aumento de producción de hongo (39 %), con las bolsas transparentes de 40 orificios en comparación con el primero (gráfica No.11).

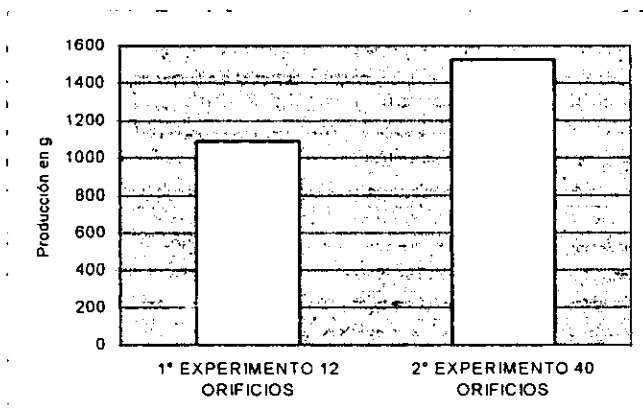
**Gráfica No. 9 Comparación de la producción de *P. ostreatus* bajo condiciones de luz. Primer experimento con orificios de 2 mm. y segundo experimento con 40 orificios de 1 mm. ó menos.**



**Gráfica No. 10 Efecto del número de orificios en la producción del hongo seta.**



**Gráfica No. 11 Comparación del rendimiento de *P. ostreatus* durante los dos experimentos con diferente número de orificios.**



Se puede apreciar los máximos rendimientos de las dos muestras teniendo una diferencia muy marcada en cuanto a la producción obtenida con las bolsas de mayor números de orificios, pudiendo comprobar la importancia de la ventilación para la concentración del CO<sub>2</sub>.

Con base en los resultados de producción obtenidos en el primer experimento y los de la prueba confirmativa del segundo experimento, y considerando los costos de producción, comercialización y el monto recuperado por la venta del producto se realizó el análisis económico financiero.

#### ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.

En virtud de que en México no existe capital de riesgo necesario para financiara empresas innovadoras, en esta investigación se realiza la evaluación económica financiera para el hongo seta y representa una alternativa mas de autoempleo con posibilidades de crecimiento en un futuro inmediato de acuerdo con los datos arrojados en este estudio.

El análisis financiero, es aquel que determina la rentabilidad del capital en la que participan productores, gobierno, sociedades, etc. La finalidad es determinar si es rentable para poder tomar la decisión de invertir.

Según los costos de producción que se realizaron durante la fase experimental de esta investigación, constituye la base para hacer el análisis económico y financiero a una

Para comparar los costos y beneficios deben considerarse todos los ingresos y egresos, el valor relativo del dinero en el tiempo y la tasa de interés equivalente cuando se comparan magnitudes monetarias en momentos diferentes.

## COSTOS VARIABLES

Son todos aquellos que están en función directa del volumen de producción y ventas respectivamente, aquellos que varían en forma directa y proporcional al volumen de producción y ventas.

A mayor volumen de producción y ventas, existe mayor cantidad de costos variables.

Sufren modificaciones en forma proporcional, o casi proporcional a los aumentos y disminuciones de lo que se produce o vende, con relación a la unidad.

En el cuadro No. 5 aparecen los costos variables para la producción de *Pleurotus ostreatus*, los cuales están hechos para cultivar 30 kg. de micelio.

**Cuadro No.5 Costos variables para la producción de hongo seta**

CONCEPTO	CANTIDAD MENSUAL	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO MENSUAL (\$)
Micelio	30 kilos	13.00	390.00
Paja	15 pacas	18.00	270.00
Arpillas	50	0.70	35.00
Yeso	10 kilos	30.00	300.00
Cal	5 kilos	20.00	100.00
Bolsa	150	0.30	45.00
Adhesivo	1 pieza	10.00	10.00
Benlate	500 gramos	195.00	195.00
Benzal	½ litro	10.00	5.00
Jabón	2 kilos	7.00	14.00
Rafia	1 pieza	5.00	5.00
<b>TOTAL</b>		<b>309.00</b>	<b>1 369.00</b>

Para la evaluación económica financiera se utilizaron los siguientes datos de acuerdo a los rendimientos obtenidos en la fase experimental.

- Debe sembrarse 7.5 kg. de micelio cada semana a fin de tener una producción constante.

Para comparar los costos y beneficios deben considerarse todos los ingresos y egresos, el valor relativo del dinero en el tiempo y la tasa de interés equivalente cuando se comparan magnitudes monetarias en momentos diferentes.

## COSTOS VARIABLES

Son todos aquellos que están en función directa del volumen de producción y ventas respectivamente, aquellos que varían en forma directa y proporcional al volumen de producción y ventas.

A mayor volumen de producción y ventas, existe mayor cantidad de costos variables.

Sufren modificaciones en forma proporcional, o casi proporcional a los aumentos y disminuciones de lo que se produce o vende, con relación a la unidad.

En el cuadro No. 5 aparecen los costos variables para la producción de *Pleurotus ostreatus*, los cuales están hechos para cultivar 30 kg. de micelio.

**Cuadro No.5 Costos variables para la producción de hongo seta**

CONCEPTO	CANTIDAD MENSUAL	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO MENSUAL (\$)
Micelio	30 kilos	13.00	390.00
Paja	15 pacas	18.00	270.00
Arpillas	50	0.70	35.00
Yeso	10 kilos	30.00	300.00
Cal	5 kilos	20.00	100.00
Bolsa	150	0.30	45.00
Adhesivo	1 pieza	10.00	10.00
Benlate	500 gramos	195.00	195.00
Benzal	½ litro	10.00	5.00
Jabón	2 kilos	7.00	14.00
Rafia	1 pieza	5.00	5.00
<b>TOTAL</b>		<b>309.00</b>	<b>1 369.00</b>

Para la evaluación económica financiera se utilizaron los siguientes datos de acuerdo a los rendimientos obtenidos en la fase experimental.

- Debe sembrarse 7.5 kg. de micelio cada semana a fin de tener una producción constante.

- Con la técnica utilizada, en la producción de hongo seta al sembrar 3 pacas se obtuvo 45.57 kg. de setas, de manera que de 15 pacas se obtendrá 227.85 kg. considerando un precio de \$35.00 por kg. se obtendría \$7 974.75.

## COSTOS FIJOS

Son todos aquellos costos que normalmente no varían en relación directa de la producción sino que están en función directa con el tiempo.

Los costos fijos, resultan de la organización y volumen de las operaciones del negocio y corresponden a un mínimo de producción, pero no pueden desaparecer totalmente, aun cuando, no haya producción. En el cuadro No. 6 aparecen los costos fijos para la producción de *Pleurotus ostreatus*. Los costos fijos son estimados a corto plazo.

**Cuadro No. 6 Costos fijos en producción de *P. ostreatus*.**

CONCEPTO	COSTO MENSUAL (\$)
Renta	1 000.00
Luz	80.00
Agua	100.00
Gas	200.00
Teléfono	300.00
Sueldos	1 640.00
TOTAL	3 320.00

## CONTRIBUCIÓN MARGINAL.

Indica la parte de las ventas de que se dispone, para cubrir los costos fijos y obtener utilidades.

**VENTAS NETAS - COSTOS VARIABLES = CONTRIBUCIÓN MARGINAL**

$$7\,974.75 - 1\,369.00 = 6\,605.75$$

**\$6 605.75 CONTRIBUCIÓN MARGINAL**

La contribución marginal negativa no debe existir, ya que el costo variable es el costo real de la producción de un artículo, debemos pensar que siempre el precio de venta será mayor que el costo variable.

La relación existente entre esa aportación marginal y las ventas netas en porcentaje se llama por ciento de contribución, nace utilizando las ventas netas como 100%.

VENTAS NETAS	\$7 974.75	100.00%
COSTOS VARIABLES	\$1 369.00	17.16%
CONTRIBUCIÓN MARGINAL	\$6 605.75	82.83%

El porcentaje de contribución marginal es de 82.83%, esto significa que por cada peso de venta 82.83 centavos se destinan a cubrir los costos fijos y obtener utilidades, siendo los 17.16 centavos restantes el importe de los costos variables.

### PUNTO DE EQUILIBRIO

Es aquella cantidad de ventas netas totales suficientes para cubrir costos fijos y variables, es decir, cuando no existen ganancias y pérdidas.

$$PE = \frac{cf}{1 - \frac{cv}{v}}$$

Donde:

cf	Costos fijos	\$ 3 320.00
cv	Costos variables	\$ 1 369.00
v	Ventas	\$ 7 974.75

$$PE = \frac{3\,320.00}{1 - \frac{1\,369.00}{7\,974.75}}$$

$$PE = 4\,008.04$$

Por lo tanto se tendrá que vender \$4 008.04 mensuales para no tener pérdidas. De acuerdo con el actual precio de venta del *P. ostreatus* \$35.00 kg., se tendrán que vender 114.5 kg. de setas al mes, esto es muy factible ya que no fue satisfecha la demanda de hongos durante el periodo de producción de este trabajo, aún y cuando no se realizó un programa de mercadotecnia.

### MARGEN DE SEGURIDAD.

Es el porcentaje en que se puede reducir las ventas antes de originarse las pérdidas, se puede obtener por medio de la siguiente fórmula:

$$ms = \frac{v - PN}{v}$$

Donde:

v	Ventas netas	\$7 974.75
PN	Punto neutro en ventas	\$4 008.05



$$ms = \frac{7\,974.75 - 4\,008.04}{7\,974.75} = 0.4974086 = 49.74\%$$

El margen de seguridad (49.74%) indica que las ventas pueden descender en ese porcentaje, antes de que empiecen las pérdidas. El punto neutro de la empresa se encuentra en un 50.25% del volumen de las ventas totales. Por lo tanto, si se vende a un nivel de punto neutro, su margen de seguridad es cero.

## INVERSIÓN FIJA Y DIFERIDA.

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles, necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

### Inversión fija:

Se entiende por activo tangible (que se puede tocar) o fija, los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas y otros. Se le llama fijo porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasione problemas a sus actividades productivas (a diferencia del activo circulante).

En el cuadro No. 7 Se presenta la inversión fija necesaria para la producción de setas.

**Cuadro No. 7 Inversión fija en la producción de *P. ostreatus*.**

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	IMPORTE TOTAL (\$)
Instalaciones	1	80 000.00	80 000.00
Báscula	1	300.00	300.00
Instalaciones o equipo de riego	1	2 000.00	2 000.00
Mesa	1	1 000.00	1 000.00
Cuchillo	1	50.00	50.00
Charolas de plástico	20	30.00	600.00
Tina pasteurizadora	1	3 000.00	3 000.00
Anaqueles para incubación	10	300.00	3 000.00
Calculadora	1	100.00	100.00
Uniformes	3	100.00	300.00
Tanque estacionario	1	3 000.00	3 000.00
<b>TOTAL</b>			<b>93 350.00</b>

## Inversión diferida.

Se entiende por activo intangible el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluye: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios estudios que tiendan a mejorar en el futuro el funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa.

En el caso del hongo seta, la inversión diferida por el momento se presenta en el cuadro No. 8. Es importante señalar que se busca oficializar la actividad ante hacienda y en el futuro invertir en otros aspectos dentro de este rubro, a fin de asegurar el desarrollo de la empresa productora de setas.

**Cuadro No. 8 Inversión diferida en la producción de hongo seta.**

CONCEPTOS	TOTAL (\$)
Trámites fiscales	1 700.00
Constitución y manifestación	3 000.00
Marcas y patentes	1 500.00
TOTAL	6 200.00

En suma, la inversión fija y diferida para el ejercicio de la actividad de producción de hongo seta en Tlalnepantla suman \$99 550.00, con esta cantidad puede iniciar la empresa, sin embargo a ella debe adicionarse el capital de trabajo, más imprevistos a fin de contar con la inversión inicial total.

## ACTIVO CIRCULANTE.

Son los valores de fácil recuperación y convertibilidad en efectivo que ayudan a la empresa a realizar su ciclo de operaciones.

En el cuadro No. 9 se presenta el activo circulante para la producción de *Pleurotus*.

**Cuadro No. 9 Activo circulante.**

CONCEPTO	MENSUAL (\$)
Materia prima	1 369.00
Mano de obra	1 640.00
Incentivos	360.00
TOTAL	3 369.00
+5% Imprevistos	168.45
TOTAL DE ACTIVO CIRCULANTE	3 537.45

## PASIVO CIRCULANTE.

Son las deudas y obligaciones, cuyo plazo de vencimiento es menor de un año, representado por cuentas. En el cuadro No. 10 se presenta el pasivo circulante para esta actividad productiva.

**Cuadro No. 10 Pasivo circulante.**

CONCEPTO	(\$) MENSUALES
Pasivo circulante	1 140.00
+5% imprevistos	57.00
<b>TOTAL DE PASIVO CIRCULANTE</b>	<b>1 197.00</b>

## CAPITAL DE TRABAJO

Es la diferencia aritmética entre activo circulante (cuadro No. 9) y el pasivo circulante (cuadro No.10). Está representado por el capital adicional (distinto a la inversión en activo y diferido) con que debe contar para que empiece a funcionar una empresa, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

$$\begin{aligned} \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante} &= \text{Capital de trabajo} \\ 3\ 537.45 - 1\ 197.00 &= 2\ 340.45 \end{aligned}$$

Aunque el capital de trabajo es también una inversión inicial, tiene una diferencia funcional con respecto a la inversión en activos fijos y diferidos y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión fija y la inversión diferida puede recuperarse por la vía fiscal mediante la depreciación y amortización, la inversión en capital de trabajo no puede recuperarse por este medio, ya que se supone que dada su naturaleza, la empresa puede resarcirse de él a corto plazo.

## INVERSIÓN INICIAL.

Representa la suma total efectiva requerida, en este caso, para establecer una empresa dedicada a la producción de hongo seta y esta representada en el cuadro No. 11.

**Cuadro No. 11 Inversión total inicial.**

CONCEPTO	VALOR (\$)
Inversión fija	93 350.00
Inversión diferida	6 200.00
Capital de trabajo	2 340.45
<b>TOTAL</b>	<b>101 890.45</b>
+5% de imprevisto	5 094.52
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>106 984.97</b>

## AMORTIZACIÓN

Amortizar significa saldar gradualmente una deuda por medio de una serie de pagos, generalmente son iguales y que se realizan también a intervalos similares. Los pagos se hacen para amortizar una deuda, se aplican para cubrir los intereses y reducir el importe de la deuda.

La amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, el término amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar esta inversión.

Para iniciar las actividades de la empresa se piensa solicitar un crédito bancario de \$100 000.00 al 20% capitalizable semestralmente que amortizará mediante 10 pagos semestrales, el primero de los cuales vence dentro de 6 meses (cuadro No.12), de este modo se tiene:

Fórmula:

$$AC = \frac{(1+tn)^n * tn}{(1+tn)^n - 1} * C$$

Donde:

AC = amortización constante o amortizaciones iguales

C = \$100 000.00

tn = 20/2 = 10% semestral

n = número de pagos = 10 pagos

$$AC = \frac{(1+10\%)^{10} * 10\%}{(1+10\%)^{10} - 1} * 100\,000.00$$

$$AC = \frac{.2593742}{1.5937425 - 1} * 100\,000.00$$

$$AC = .1627453 * 100\,000.00 = 16\,274.53$$

\$16 274.53 cantidad que se amortizará semestralmente.

Como una alternativa se pueden realizar depósitos mensuales en una cuenta de inversión bancaria.

Si se paga cada 6 meses \$16 274.53 se acumula un fondo mediante depósitos mensuales vencidos a una cuenta de inversión que paga el 2% de interés.

Fórmula:

$$R = \frac{M * ti}{(1+ti)^n - 1} = \frac{16\,274.53 * .02}{(1+.02)^6 - 1} = \frac{325.4906}{0.1261624} = 2\,579.93$$

Donde:

R	Depósito de renta mensual	
M	Monto	\$16 274.53
ti	Tasa de interés	2%
n	Número de depósito	6

Se puede observar en el cuadro No. 13 que en los 6 meses se depositó menos de la cantidad a pagar en el semestre, ganando \$794.89 de interés bancario semestralmente.

**Cuadro No. 12 Amortización de la deuda.**

Periodo semestre	Amortización (\$)	Pago de interés (\$)	Pago a capital (\$)	Saldo (\$)
0	0.00	0.00	0.00	100 000.00
1	16 274.53	10 000.00	6 274.53	93 725.47
2	16 274.53	9 372.54	6 901.99	86 823.48
3	16 274.53	8 682.34	7 592.19	79 231.29
4	16 274.53	7 923.12	8 351.41	70 879.88
5	16 274.53	7 087.98	9 186.55	61 693.33
6	16 274.53	6 169.33	10 105.20	51 588.13
7	16 274.53	5 158.81	11 115.72	40 472.41
8	16 274.53	4 047.24	12 227.29	28 245.12
9	16 274.53	2 824.51	13 450.02	14 795.10
10	16 274.53	1 479.51	14 795.02	0.08

**Cuadro No. 13 Depósitos mensuales para solventar la amortización de la deuda.**

Periodo al vencimiento	Saldo inicial (\$)	Interés (\$)	Depósito a capital (\$)	Depósito total (\$)	Saldo final (\$)
1	0.00	0.00	2 579.93	2 579.93	2 579.93
2	2 579.93	51.59	2 579.93	2 631.52	5 211.45
3	5 211.45	104.22	2 579.93	2 684.15	7 895.60
4	7 895.60	157.91	2 579.93	2 737.84	10 633.44
5	10 633.44	212.66	2 579.93	2 792.59	13 425.50
6	13 425.59	268.51	2 579.93	2 848.44	16 274.03
TOTAL		794.89	15 479.58	16 274.47	

## DEPRECIACIÓN.

El término depreciación tiene exactamente la misma connotación que amortización pero sólo se aplica al activo fijo ya que con el uso de estos bienes su valor es menor, es decir, se deprecian conforme pasa el tiempo.

Debe quedar claro que el equipo y construcción van perdiendo su valor a medida que transcurre el tiempo.

Por lo tanto la depreciación es la porción de capital invertido en activos fijos que se aplican a los gastos de cada ejercicio, ya que su uso implica una pérdida de valor de adquisición. El valor de la depreciación se utiliza para calcular el flujo de efectivo en el estado de resultados, por lo que se calcula en el cuadro No. 14.

**Cuadro No.14 Depreciación de la infraestructura física.**

Concepto	Vida útil (años)	Tasa lineal (%)	Valor original (\$)	Depreciación (\$)
Instalación	30	5	80 000.00	4 000.00
Instalación riego	10	25	2 000.00	500.00
Tina pasteurizadora	10	25	3 000.00	750.00
Tanque estacionario	5	25	3 000.00	750.00
<b>TOTAL</b>			<b>88 000.00</b>	<b>6 000.00</b>

La vida útil y tasa lineal utilizada en el cuadro No. 14 se encuentran en el artículo 44 y 45 de la ley ISR.

#### PRESUPUESTO DE INGRESOS

Para calcular el estado de resultados pro-forma se requiere de conocer el presupuesto de ingresos cuadro No. 15 y presupuesto en costos de producción cuadro No.16.

**Cuadro No. 15 Presupuesto de ingresos por ventas**

Ingreso por ventas	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)	Año 4 (\$)	Año 5 (\$)
Anual	95 697.00	119 621.25	149 526.56	186 908.20	233 635.25
Mensual	7 974.75	9 968.43	12 460.53	15 575.66	19 469.57
Diario	265.82	332.27	415.33	519.16	648.95

Se toma como base \$35.00 kg. de seta aumentando 25% la producción anual.

**Cuadro No. 16 Presupuesto en costo de producción**

CONCEPTO	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)	Año 4 (\$)	Año 5 (\$)
Costo variable	16 428.00	22 013.52	29 498.11	39 527.46	52 966.79
Costo fijo	39 840.00	53 385.60	71 536.70	95 859.17	128 451.28
<b>TOTAL</b>	<b>56 268.00</b>	<b>75 399.12</b>	<b>101 034.81</b>	<b>135 386.63</b>	<b>181 418.07</b>

Se aumenta un 34% en costos de producción, tomando en cuenta el aumento en producción de 25% y la inflación anual 9% .

## ESTADOS DE RESULTADOS PRO-FORMA.

La finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo y el proyecto, que son en forma general el beneficio real de la operación de la planta, y se obtiene restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que debe pagar.

Se llama "pro forma" porque esto significa proyectado, lo que en realidad hace el evaluador es proyectar (normalmente a cinco años) los resultados económicos que él calcula que tendrá la empresa.

La importancia de calcular el estado de resultados es la posibilidad de determinar los flujos netos de efectivo, que son las cantidades que se usan en la evaluación económica. Mientras mayores sean los flujos netos de efectivo (FNE), mejor será la rentabilidad económica de la empresa o del proyecto de que se trate, cuadro No.17.

El cuadro No. 17 muestra que el proyecto tiene una utilidad neta que aumenta anualmente.

**Cuadro No. 17 Estado de resultados Pro-forma para el proyecto productivo de setas.**

	CONCEPTO	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)	Año 4 (\$)	Año 5 (\$)
+	Ingresos	95 697.00	119 621.25	149 526.56	186 908.20	233 635.25
-	Costo de producción	56 268.00	75 399.12	101 034.81	135 386.63	181 418.07
=	Utilidad marginal	39 429.00	44 222.13	48 491.75	51 521.57	52 217.18
=	Utilidad bruta	39 429.00	44 222.13	48 491.75	51 521.57	52 217.18
-	I.S.R. (35%)	13 800.15	15 477.74	16 972.11	18 032.54	18 276.01
=	Utilidad neta	25 628.85	28 744.39	31 519.64	33 489.03	33 941.17
+	Depreciación y amortización	38 549.06	38 549.06	38 549.06	38 549.06	38 549.06
-	Pago a principal	13 176.52	15 943.60	19 291.75	23 343.00	28 245.04
=	Flujo neto de efectivo	51 001.39	51 349.85	50 776.95	48 695.09	44 245.19

## TASA CIRCULANTE.

Es la razón más empleada para medir la solvencia a corto plazo, ya que indica a qué grado es posible cubrir las deudas sólo con los activos que se convierten en efectivo un período de tiempo breve.

$$\text{Razón circulante o solvencia} = \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}} = \frac{3\,537.45}{1\,197.00} = 2.95$$

Este índice de solvencia que la empresa dispone de \$2.95 de activo circulante para hacer frente cada peso (\$1) de pasivo a corto plazo, es decir, que por cada peso que se debe a corto plazo hay \$2.95 de activo circulante para pagarlo.

### MARGEN DE SEGURIDAD.

El margen de seguridad se debe entender como el número de unidades monetarias de capital de trabajo que tiene la empresa por cada unidad de pasivos a corto plazo:

$$\text{Margen de seguridad} = \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Pasivo circulante}} = \frac{2\,340.45}{1\,197.00} = 1.95$$

Esta razón es satisfactoria porque \$1.95 es lo que dispone la empresa para liquidar por cada peso de deuda inmediata a corto plazo.

Se tiene una solvencia de \$2.95 para liquidar cada peso de pasivo.

	Índice de solvencia	\$2.95
menos	Peso de pasivo	\$1.00
	Margen de seguridad	\$1.95

### MÉTODO DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Conocido también como *pay out*, su objetivo es determinar en cuanto tiempo se recupera la inversión. Al usarlo, es necesario elegir los proyectos que se recuperen más rápidamente.

Cuando los flujos de efectivo que genera el proyecto no son iguales durante todos los años simplemente se suman hasta que sean iguales a la inversión, y ese será el período de recuperación, cuadro No. 18.

**Cuadro No. 18 Período de recuperación de la inversión.**

Año	Flujos anuales	Acumulados
1	51 001.39	51 001.39
2	51 349.85	102 351.24
3	50 776.95	153 128.19
4	48 695.09	
5	44 245.19	



El período de recuperación está entre 2 y 3 años por lo tanto es necesario la ponderación para determinar con exactitud el tiempo de recuperación bajo el siguiente criterio.

$$\text{Ponderación} = \frac{\text{Saldo pendiente de liquidar}}{\text{Flujo anual para liquidar}} * 360$$

$$\text{Ponderación} = \frac{102\ 351.24}{153\ 128.19} * 360$$

$$\text{Ponderación} = 240.62 = 2 \text{ años } 8 \text{ meses}$$

Por lo tanto el período de recuperación es de 2 años 8 meses.

Mientras más rápido se recupere un proyecto, menos sufre la liquidez de la compañía; cuanto más demore en recuperarse, más se deteriorará la liquidez, en esta época donde el flujo de efectivo, es el recurso más caro y escaso. Este método es de gran utilidad para seleccionar el proyecto más adecuado. Da una idea de la magnitud del riesgo del proyecto, cuando más rápido se recupere, menos riesgos implicará para la empresa; cuando más tarde en recuperarse el riesgo será mayor.

Hasta aquí se tiene la evaluación financiera la cual refleja de manera superficial que la producción de hongo seta es rentable, pero esto no basta para sustentar que dicha actividad, para ello es necesario utilizar la evaluación económica, esta tiene como objetivo medir y aceptar solo actividades que sean redituables.

### TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TAMAR)

Antes de invertir una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento, TAMAR.

Si la TAMAR fuera el índice inflacionario, el capital invertido mantendría su poder adquisitivo, entonces, la referencia debe ser el índice inflacionario.

La TAMAR se debe calcular sumando dos factores.

- ◇ Debe ser tal su ganancia, que compense los efectos inflacionarios.
- ◇ Debe ser un premio o sobre tasa por arriesgar su dinero en determinada inversión.

El índice inflacionario para calcular la TAMAR debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años.

El premio al riesgo considerado ahora como la tasa de crecimiento real del dinero invertido, habiendo compensado los efectos inflacionarios, debe ser de entre 10 y 15%.

La TAMAR bancaria es simplemente el interés que la institución cobra por hacer un préstamo.

En este caso se tomará como préstamo de una institución bancaria al 20 capitalizable semestralmente.

Accionista	% aportación	TAMAR	Ponderación
Institución bancaria	100	*	.20

La TAMAR del capital total de \$100 000.00 resultó ser de 20% esto significa que es el rendimiento mínimo que deberá ganar la empresa para pagar el 20% de interés sobre \$100 000.00.

Si el rendimiento de esta empresa no fuera del 20% el mínimo que puede ganar para operar no alcanzaría a cubrir el pago de interés y por eso se le llama tasa mínima aceptable.

#### VALOR ACTUAL (VA) O VALOR PRESENTE (VP).

Este método consiste en actualizar los flujos de efectivo (traerlos a valor presente), para ello se descuentan a una tasa de interés igual al costo de capital y se suman estos, para comparar dicha suma con la inversión inicial de tal forma que:

Si el valor actual de la suma de los flujos es mayor o igual a la inversión, el proyecto se acepta como viable, en caso contrario se rechaza.

$$VA = \frac{F_1}{(1+K)^1} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \frac{F_3}{(1+K)^3} + \frac{F_n}{(1+K)^n}$$

Donde:

VA = valor actual

F<sub>1</sub> = Flujo neto de efectivo (Cuadro No.19)

K = Costo de capital = 20% = .20

**Cuadro No 19 Flujo neto de efectivo.**

Año	Flujo neto de efectivo
1	51 001.39
2	51 349.85
3	50 776.95
4	48 695.09
5	44 245.19

$$VA = \frac{51\,001.39}{(1+.20)^1} + \frac{51\,349.85}{(1+.20)^2} + \frac{50\,776.95}{(1+.20)^3} + \frac{48\,695.09}{(1+.20)^4} + \frac{44\,245.19}{(1+.20)^5}$$

VA = 148 810.05 → Cantidad que presenta el valor actual de la suma de los 5 flujos de efectivo

$$VA = 148\,810.05 > 106\,984.97$$

Como el valor actual es mayor que la inversión inicial, el proyecto es viable y se acepta.

### VALOR PRESENTE NETO (VAN) Ó (VPN).

Valor actual neto (VAN) se define operacionalmente como el resultado de la diferencia entre los ingresos actualizados (valores positivos) y los costos actualizados (valores negativos) a una determinada tasa de descuento.

La tasa de descuento permite hacer comparables estos flujos sean ingresos o costos.

$$VAN = -P \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

VAN = valor actual neto

F<sub>1</sub> = Flujo neto de efectivo (Cuadro No. 19)

I = interés 20% = .20

P = Inversión inicial = 106984.97

$$VPN = -106\,984.97 + 148\,810.05$$

$$VAN(20\%) = 41\,825.08$$

Como el VAN es positivo a una tasa de descuento del 20% anual, se considera que la rentabilidad del proyecto es aceptable.

VAN	
Positivo	Financieramente conveniente.
Igual a cero	Financieramente indiferente con relación a otras alternativas de inversión.
Negativo	Financieramente inconveniente.

Con esto se podrá tomar decisiones ya sea entre invertir en el proyecto contra colocar el capital a una tasa de interés dada o en un proyecto mejor.

El VAN resulta ser un indicador poco digno de confianza porque constituye una medida absoluta y no relativa. Por ello es el criterio más utilizado para seleccionar proyectos excluyentes entre sí.

### RELACIÓN BENEFICIO COSTO (RBC).

$$RBC = \frac{VA}{I_0} = \frac{\frac{F_1}{(1+K)^1} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \frac{F_3}{(1+K)^3} + \frac{F_n}{(1+K)^n}}{I_0}$$

$$RBC = \frac{148\ 810.05}{106\ 984.97} = 1.39$$

RBC = Relación Beneficio costo

VA = Valor Actual = 148 810.05

F1 = Flujo neto de efectivo (cuadro No. 19)

I<sub>0</sub> = Inversión inicial = 106 984.97

K = Costo de capital = 20%

Por lo tanto:

Cuando la relación beneficio costo es igual que 1 no hay pérdidas ni ganancias si es mayor que 1, la diferencia es la ganancia y cuando es menor que 1 la diferencia es la pérdida. En el caso que nos ocupa es de 1.39, por lo tanto \$0.39 son la ganancia.

La relación beneficio costo permite determinar si la producción de setas es rentable, sirve para elegir entre diferentes alternativas, dado que no toma en cuenta el tamaño del proyecto.

Este varía en función de la tasa de actualización, cuanto mayor sea esta, menor será la relación y viceversa.

Si se elige una tasa de actualización suficientemente elevada, la relación beneficio costo descenderá por debajo de la unidad.

Si el resultado fuese menor que uno significaría que el valor actual de los costos a esta tasa de actualización es mayor que el valor de los beneficios de manera que no se recupera lo invertido.

Una ventaja de este indicador es que señala a cuanto podrían disminuir los ingresos sin que el proyecto carezca de atractivo económicamente.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pueden utilizarse inóculos de 200 g. para bolsas de 50 x 70 cm. y obtener los mismos rendimientos promedios que reporta la literatura y alcanzar un incremento del rendimiento de hasta 7600 g. por cada 1000 g. de inóculo.

La bolsa transparente es la más apropiada para su utilización en el cultivo de esta especie de hongo.

Un número de 40 orificios con un diámetro de 1 mm. es más que suficiente para un adecuado intercambio gaseoso entre el ambiente interno y el exterior de la bolsa, a la vez que evita la infección del cultivo por la mosca.

El hongo puede colocarse con facilidad a nivel domiciliario, en mercados, locales, restaurante y central de abasto.

El cultivo de hongo seta es una actividad que produce residuos que pueden ser reutilizados para abonar y fertilizar suelos o alimentar especies pecuarias de manera que no afectan significativamente el ambiente.

El cultivo del hongo seta tiene como efecto adverso en el ambiente, la liberación de esporas en su fase de fructificación solo si no es cosechado en los primeros 3 a 4 días o antes de que el sombrero se voltee hacia arriba. Lo anterior trae consigo enfermedades respiratorias a personas muy sensibles a las esporas.

Se debe realizar un máximo de 3 cortes un 4 no sería rentable, por requerir mucho tiempo, espacio, mano de obra y arrojar no más de 200 gramos de producto.

Es indispensable perforar las bolsas, de no hacerlo se acumula amoníaco y se inhibe el crecimiento del hongo, bajando considerablemente la producción.

La incubación en obscuridad produce setas deformes, pequeñas, de pie largo, son muy frágiles y poco suculentas.

Existe demanda de hongo seta, de acuerdo con el valor del punto de equilibrio obtenido (\$4 008.04 mensuales), difícilmente se presentarán pérdidas en una microempresa a nivel local en Tlalnepantla. Edo. de Méx.

Para iniciar una pequeña empresa de hongo seta en Tlalnepantla se requiere una inversión inicial de \$ 106 984.97.

El proyecto de producción de hongo es rentable y de bajo riesgo pues la inversión se recupera a los 2 años y 8 meses.

La relación beneficio costo es de 1.39 por lo tanto desde el punto de vista económico el proyecto es redituable.

Es indispensable perforar las bolsas, en caso de no hacerlo se acumula  $\text{CO}_2$  y amoniaco, lo cual inhibe el crecimiento del hongo. De preferencia utilice perforaciones no mayores de 1 mm. a fin de evitar la presencia de mosca. Es muy probable que enfrente el problema de la mosca, si ésta surge puede combatirla de manera natural empleando un macerado compuesto de ajo, cebolla y epazote en porción de 1:1:1. Emplee de preferencia 200 g. subdividida en 3 porciones.

El procedimiento de pasteurización utilizando un tambo hace que este proceso sea muy rústico y riesgoso por el manejo del agua caliente, además es bastante ineficiente al requerir mucho tiempo para esterilizar 5 arpillas con paja. Es más recomendable utilizar una tina con llave en la base para drenar y un sistema de poleas para retirar las arpillas esterilizadas.

Con el fin de reducir costos y tiempo en el proceso puede llevar a la temperatura deseada utilizando un boiler conectado a la tina y drenar el agua caliente a esta.

Al emplear la tina se reducen los volúmenes de agua al esterilizar con el vapor empleando una rejilla.

Se recomienda diseñar un experimento en el que se evalúe la influencia del color negro de la bolsa respecto a la temperatura, a fin de determinar cual es la más apropiada para el cultivo del hongo seta.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Aceves O. J. 1997. Evaluación profesional de la paja de trigo tratada con el hongo *Pleurotus ostreatus* en ovinos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México
- Acosta U. L.; Bustos Z. G. 1998. Aislamientos y caracterización de setas de *Pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el Estado de Morelos. Revista Mexicana de Micología, No. 4. CONACYT. México.
- Aguado N. R. 1977. Monografía sobre hongos comestibles. Tesis profesional. Facultad de Química. UNAM. México.
- Aguilar A. A. 1993. Análisis económico y financiero de una planta rural de producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) estudio de caso Cuetzalan, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México.
- Aguilar V. A. 1982. Delignificación de rastrojo de maíz por *Pleurotus ostreatus*. Tesis profesional. Facultad de Química. UNAM. México.
- Aguilar V. A.; Fernández O. M. S. 1982. Delignificación de rastrojo de maíz por *Pleurotus ostreatus*. Tesis profesional. Facultad de Química. UNAM. México.
- Ahuado N. R. 1977. Monografía sobre hongos comestibles. Tesis profesional. Facultad de Química. UNAM. México.
- Ávila R. L.E. 1997. Evaluación financiera de una planta rural de setas comestibles (*Pleurotus sp.*) diseñada bajo tecnologías ambientales en el sur de Jalisco México. Tesis profesional. UACH. México.
- Baca Urbina G. 1995. Evaluación de proyectos. McGRAW-HILL 3ª edición. México.
- Backer G. 1989. Setas. Susaeta ediciones S.A. España.
- Benitez M. M.; Jiménez M. V. 1994. Hongos Comestibles. Reporte técnico. UACH. México.
- Bernabé G. T. 1993. La utilización de subproductos agrícolas y forestales en el cultivo de hongos comestibles en Guerrero. Revista de la investigación científica de la Universidad Autónoma de Guerrero, No. 8 : 15-27.
- Bernabé G. T.; Domínguez M. S. 1993. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* var. florida sobre fibra de coco y pulpa de café. Revista Mexicana de Micología No.9. CONACYT. México.

- Bernabé G. T.; Garzón R. 1995. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre paja de sorgo y cáscara de cacahuete. Revista Mexicana de Micología No. 11. CONACYT. México.
- Buendía R. A.; Fernández I. L. 1993. Comercialización del *Pleurotus ostreatus*. Reporte técnico. UACH. México.
- Cabrera S. M. S. 1974. Producción comparativa de micelio de *Pleurotus ostreatus* por el método de cultivo sumergido con fines alimenticios humanos. Tesis profesional. Facultad de Química. UNAM. México.
- Cohen E.; Franco R. 1997. Evaluación de proyectos sociales. Siglo XXI. México.
- Coronel R.U.; Martínez S. J. 1995. Efecto de la inoculación del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre el valor nutricional de la paja de cebada usada en la alimentación de rumiantes. Tesis profesional. UACH. México.
- De la Cruz V. I. 1990. La microempresa familiar agropecuaria ¿alternativa de apoyo en la modernización en el campo?. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.
- De León Ch. R.; Guzmán G. 1988. Planta productora de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en Guatemala. Revista Mexicana de Micología No.4. CONACYT. México.
- Deacon J. W. 1993. Introducción a la micología moderna. 2ª reimpresión. Ed. Limusa. México.
- Escobar R. Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos Aínez. Tomo II.
- FIRA. 1993. Criterios actuales en el análisis financiero. Boletín informativo # 249 Vol.25. FIRA. México.
- FIRA. 1999. Segundo curso básico de formulación y evaluación de proyectos de inversión agropecuaria. Banco de México. México.
- Fletcher J. T. 1986. Champiñones control de las enfermedades y plagas. Ed. Acerbia. España.
- Flores V. J. 1997. Caracterización de una cepa silvestre de *Pleurotus ostreatus* singer de Tepoztlán, Morelos México y cultivada en paja de cebada y maíz. Tesis profesional. UACH. México.
- García R. M. 1992. Cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus*. Hojas divulgadoras del Ministro de agricultura pesca y alimentación. España.
- García R. M. 1993. Manual para buscar setas. 4a edición. Instituto de Agricultura Pesca y Alimentación. España.

ESTABLECIMIENTO  
DE LA INVESTIGACIÓN



- García R.M. 1991. Nuevas técnicas de cultivo *Pleurotus ostreatus*. Hojas divulgadoras del ministerio de Agricultura pesca y alimentación. Publicaciones de extensión Agraria. 4a. Edición. España.
- Gastón G. 1980. Identificación de los hongos comestibles venenosos y destructores de la madera. 2ª reimpresión. Ed. Limusa. México.
- Georffrey K. 1979. Mushrooms and Toadstools. Oxford University Press.
- Gómez R. B. C. 1987. Producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre desechos de la industria azucarera y forestal. Tesis Profesional. Facultad de Química. UNAM. México.
- Guzmán D. L.; Martínez C. D. 1987. El cultivo del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) sobre el bagazo del maguey de la industria tequilera. Revista Mexicana de Micología, No. 3. CONACYT. México.
- Guzmán D. L.; Soto C. 1987. El gabazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus* en Jalisco. Revista Mexicana de Micología No. 3. CONACYT. México.
- Guzmán G. M. E. 1995. Transferencia de la biotecnología de producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* a un grupo de productores indígenas de Santiago Yancuictlalpan, Cuetzalan, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México.
- Guzmán G.; Mata G. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Hernández H. A.; Hernández V. A. 1998. Formulación y evaluación de proyectos de inversión para principiantes. ECAFSA. México.
- Hernandez I. H.; J. E. Sánchez. 1995. Estudio de 5 cepas nativas de *Pleurotus spp.* de la región de Tapachula Chiapas México. Revista Mexicana de Micología No. 11. CONACYT. México.
- Hidalgo R. M. 1999. Evaluación de equipo para pasteurización de sustrato en la producción de setas (*Pleurotus spp.*). Tesis profesional. UACH. México.
- Hurtado G.J.O. 1995. Plan de desarrollo micro regional para la zona de Ajuchitlán, Qro. Tesis profesional. ENEP Aragón. UNAM. México.
- INEGI. 1992. Síntesis Geográfica del Estado de México. México
- Jiménez Z. J. 1994. Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta productora de hongos comestibles de la región central de Veracruz. Tesis profesional. UACH. México.

Juárez del C. S. 1998 Generación de Tecnología para envasado de hongos comestibles en la sierra norte de Puebla y su impacto en el desarrollo regional. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. México.

Kent H. M.; Vera B. M. 1987. Mushrooms. Ed. Houghton Mifflin Company. Boston. U.S.A.

Leana A. J. L. 1993. Estudio de factibilidad técnico económico para producir setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*). Tesis profesional. UACH. México.

Ley de Impuesto Sobre la Renta (ISR) 1999. Ediciones Fiscales ISEF, S.A.

López C. E. 1990. Cultivo del champiñón la trufa y otros hongos. Ed. AEDOS. España.

López N. J. V. 1999. Microorganismos causantes de problemas en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México.

Luna P. A. 1999. Conservación de la seta (*Pleurotus ostreatus* Eger) mediante deshidratado y adición de aditivos alimentarios. Tesis profesional. UACH. México.

Martínez C. D. 1988. Hibridación entre sepas de *Pleurotus ostreatus* de México y Guatemala. Revista Mexicana de Micología No.4. CONACYT. México.

Martínez C. D. Morales P. 1986. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre hojas usadas en la extracción de aceites esenciales. Revista Mexicana de Micología No 2. CONACIY. México.

Martínez C. D.; Larque S. A. 1990. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. Revista Ciencia y Desarrollo, Noviembre - Diciembre. Vol. XVI. No. 95. CONACYT. México.

Martínez C. D.; Morales P. 1988. Cultivo de diversas sepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café y paja de cebada. Revista Mexicana de Micología No.4. CONACYT. México.

Martínez C. D.; Sobal M. 1986. Obtención y caracterización de híbridos de cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus*. Revista Mexicana de Micología No. 2. CONACYT. México.

Martínez C. D.; Sobal M. 1988. El efecto de la cafeína sobre el crecimiento e intracruzamiento de *Pleurotus ostreatus* en el laboratorio. Revista Mexicana de Micología. No.4. CONACYT. México.

Martínez C. D.; Soto C. 1985. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en pulpa de café con paja como sustrato. Revista Mexicana de Micología No. 1. CONACYT. México.

Mata G.; Gaitán H. R. 1995. Cultivo de *Pleurotus* en hojas de caña de azúcar. Revista Mexicana de Micología No.11. CONACYT. México.

Mata G.; Martínez C. D. 1988. Estimación de la producción anual de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. Revista Mexicana de Micología No. 4. CONACYT. México.

- Méndez C. C.; Sandoval F. S. 1990. Utilización de la pulpa de café suplementada con gabazo de caña para la producción de champiñón. Tesis profesional. UACH. México.
- Montañés V. O. D. 1999. Efecto de la alimentación de ovinos con paja de trigo tratada con *Pleurotus Florida* en flora rumial. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México.
- Montarnal P. 1970. Setas Comestibles y Venenosas. Editorial Daimon. España.
- Morales P. 1987. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre la pulpa del cardamomo. Revista Mexicana de Micología No.3. CONACYT. México.
- Moreno Z. C. 1990. Los hongos comestibles un componente de la productividad del bosque en Santa Catarina del Monte México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México.
- Naranjo J. N.; Ávila R.J. A. 1995. Cultivo de Hongos Comestibles Parte I. Ubamari No. 34
- Palacios V. J. L. 1997. Evaluación financiera de un sistema de producción de seta de cazahuate (*Pleurotus ostreatus*) en Zacualpan de Amilpas, Morelos. Tesis profesional. UACH. México.
- Pérez G. E. A. 1996. Producción de hongos comestibles setas y champiñones. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales, Tecnológicas y agroindustriales de la Agricultura Mundial. UACH. México.
- Pérez H. L.M. 1999. Análisis administrativo de dos empresas productoras de hongos setas (*Pleurotus ostreatus*), Tesis profesional. UACH. México.
- Pérez L. 1994. Un método eficaz para el análisis financiero de pequeños y medianos proyectos de inversión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Pierre M. 1970. Setas comestibles y venenosas. Editorial Daimon. España.
- Pulido R G. 1998. Curso de capacitación para la producción del hongo *Pleurotus sp.*
- Soto C.; Martínez C. D. 1987. La pulpa de café secada al sol como una forma de almacenamiento para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Revista Mexicana de Micología No.3. CONACYT. México
- Tablada J. J. 1983. Hongos Mexicanos Comestibles. 2a. Edición. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Velázquez D. N. 1995. Producción del hongo obstinó o de cazahuate. Tesis profesional. UACH. México.
- Villegas de G. A. 1996. Biotecnología intermedia en México. Capitulo IV. Primera edición. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Zamora M. M.C. 1998. Guía para el cultivo de las setas. Folleto técnico No. 12. SAGAR INIFAP. México.

Zilli C. R. 1994. Comportamiento de ovinos alimentados con paja de trigo usada en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. Tesis profesional. UACH. México.