

17

2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

EL HONGO *Pleurotus ostreatus* COMO UNA
ALTERNATIVA DE CULTIVO PARA PEQUEÑOS
PRODUCTORES DE LAS ZONAS RURALES DEL D. F.
PROPUESTA DE UN MODULO DE PRODUCCION
RENTABLE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A
HERNANDEZ GARCIA MARCO ANTONIO

ASESOR: ING. GUILLERMO BASANTE BUTRON.

CUAUTITLAN, IZCALLI, MEXICO.

1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

266390-



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"El hongo *Pleurotus ostreatus* como una alternativa de cultivo para pequeños productores de las zonas rurales del D.F. Propuesta de un módulo de producción rentable".

que presenta el pasante: MARCO ANTONIO HERNANDEZ GARCIA
con número de cuenta: 7619169-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 26 de Junio de 1998

PRESIDENTE Ing. José Luis Arellano Vázquez

VOCAL M. en C. Yazmín Cuervo Usan

SECRETARIO Ing. Guillermo Basante Butrón

PRIMER SUPLENTE Ing. Andrés S. Marban Bahena

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Javier Vega Martínez

[Handwritten signatures and stamps]
26-06-98
26/06/98

AL CONCLUIR ESTE TRABAJO AGRADEZCO DE TODO CORAZON A:

MIS PADRES POR EL CARIÑO Y LA COMPRESION QUE SIEMPRE
ME HAN BRINDADO.

MI ESPOSA POR EL APOYO Y EL AMOR QUE ME HA BRINDADO,
DANDOME UNA FAMILIA TAN BONITA.

MI TEYARI QUE SE HABRE PASO EN LA VIDA, COMO UN RAYITO
DE LUZ Y ESPERANZA QUE ALUMBRA MI ALMA.

ROCIO POR SU BONDAD Y CARIÑO QUE ME BRINDA.

A MIS MEJORES AMIGOS:

MARIA TERESA OLVERA. GRACIAS POR ESE APOYO Y
COMPRESION QUE ME BRINDAS.

RAMON POR ESA AMISTAD DE NIÑOS.

RICARDO DEL RIO. POR EL APOYO Y SUS ENSEÑANZAS.

ERNESTINA SILVA F. GRACIAS POR TODO LO QUE ME
ENSEÑASTE.

A MIS ASESORES:

GUILLEMO BASANTE B. Y GUSTAVO PULIDO G.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO:

POR EL APOYO Y FACILIDADES QUE ME DIERON EN
ESPECIAL AL:

ING. MARTE SALAZAR T.

ING. FERNANDO SANTAMARIA

ÍNDICE

	PAG.
INTRODUCCIÓN	2-4
OBJETIVOS	5
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	6
2.2 Desarrollo del Cultivo en México	6-7
2.3 Difusión del Cultivo hacia el Campesino	7-8
2.4 Difusión del Cultivo en el D. F.	8-9
2.5 Características Generales del Cultivo de <i>P. ostreatus</i>	9-10
2.6 Morfología	10
2.7 Ciclo de Vida	10-11
2.8 Habitat	11
2.9 Distribución	11
2.10 Cultivo del Hongo <i>P. ostreatus</i>	11
2.10.1 Sustratos Utilizados	11
2.10.2 Selección y Requerimientos del Sustrato	11-13
2.11 Preparación del Sustrato Antes del Tratamiento Térmico	13
2.11.1 Fermentación	13-14
2.11.2 Hidratación del Sustrato	14-15
2.11.3 Semifermentación de Sustratos	15
2.12 Tratamiento Térmico	15-16
2.13 Siembra del Sustrato	16-17
2.14 Incubación	17-19
2.15 Sistemas de Producción	19
2.15.1 Cultivo en Bolsas	19-20
2.15.2 Cultivo en Columnas	20-21
2.15.3 Bolsas Colgadas	21
2.15.4 Formación de Paredes de Producción	21
2.16 Inducción a la Fructificación	21-22
2.17 Plagas y Enfermedades	22-23
2.18 Instalaciones	23
2.19 Factores Físicos que Intervienen en la Producción	23
2.19.1 Temperatura	23-24
2.19.2 Ventilación	24-25
2.19.3 Luz	25
2.19.4 Humedad	25
2.20 Cosecha	25-26
2.20.1 Riego Durante la Cosecha	26
2.21 Postcosecha	26-27
2.22 Valor Nutricional	27
2.23 Aprovechamiento del Sustrato Agotado	28
3. METODOLOGIA	29-31

4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CUESTIONARIO APLICADO A LOS PRODUCTORES DE <i>P. ostreatus</i> EN TLAHUAC Y CONTRERAS.	32-45
5. ANALISIS TECNICO ECONOMICO DEL MODULO DE PRODUCCION DE SAN JUAN IXTAYOPAN, DELEGACION TLAHUAC.	46
5.1 Método	46
5.2 Descripción de las Instalaciones	46-47
5.3 Proceso Productivo	47-48
5.4 Actividades Realizadas	48-51
5.5 Análisis de la Producción	51-52
5.6 Análisis Económico	53-54
6. DISCUSION DE RESULTADOS	55-62
7. PROPUESTA DE UN MODULO DE PRODUCCION DE HONGO SETA.	63
7.1 Localización	63-64
7.2 Tamaño	64-65
7.3 Oferta-Demanda del Hongo	65-66
7.4 Canales de Comercialización	66-67
7.5 Disponibilidad de Materia Prima	67
7.6 Capital Inicial	67
7.7 Financiamiento	67
7.8 Ingeniería del Proyecto	67
7.8.1 Proceso de Producción	67-69
7.8.2 Instalaciones	69
7.8.3 Descripción de las Instalaciones	69-71
7.8.4 Sistema de Producción	71-72
7.8.5 Material y Equipo	72
7.8.6 Proyección de la Producción del Módulo	72-76
7.9 Análisis Económico	76
7.9.1 Inversiones	76
7.9.2 Terreno	76
7.9.3 Obra Civil	76
7.9.4 Equipo	77
7.9.5 Capital de Trabajo	77-78
7.9.6 Presupuesto de Ingresos	78
7.9.7 Ingreso por Ventas	79
7.9.8 Determinación del Punto de Equilibrio	79-81
7.9.9 Análisis de Sensibilidad	82-84

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

7.18 CAPACIDAD DE PRODUCCION DE ACUERDO AL NUMERO DE TRABAJADORES Y AL EQUIPO UTILIZADO	64
7.19 EVALUACION ECONOMICA DE TRES TAMAÑO DE MODULO	65
7.20 PRODUCCION DE OLEADAS	74
7.21 PROGRAMA DE PRODUCCION	76
7.22 EQUIPO NECESARIO PARA EL PROYECTO	77
7.23 CAPITAL DE TRABAJO MENSUAL	78
7.24 PROGRAMA DE PRODUCCION	78
7.25 PROYECCION DEL INGRESO POR VENTA MENSUAL	79
7.26 ESTADO CONDENSADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS MARGINAL AL PRIMER MES DE PRODUCCION	79
7.27 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS MARGINAL AL SEGUNDO MES DE PRODUCCION	80
7.28 ANALISIS DE ESCENARIOS. EVALUACION DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE LA EFICIENCIA BIOLOGICA Y SU EFECTO EN LA RELACION COSTO-BENEFICIO	82
7.29 PRECIO DE VENTA CON UN DESCENSO DEL 10%	83
LISTA DE GRAFICAS	
GRAFICA 5.1 PRODUCCION DE HONGO SETA EN EL MODULO DE SAN JUAN IXTAYOPAN REGISTRADA POR OLEADA DEL 4 de Diciembre al 28 de Enero 1998	52 Bis
GRAFICA 7.2 PUNTO DE EQUILIBRIO	81
LISTA DE ESQUEMAS	
ESQUEMA 1. DISTRIBUCION DE BOLSAS EN EL MODULO DE SAN JUAN IXTAYOPAN	47 Bis
ESQUEMA 2. DISTRIBUCION DE POSTES Y PASILLOS DEL MODULO PROPUESTO.	73

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.

2.1	INVESTIGACIONES REALIZADAS EN DIFERENTES SUSTRATOS PARA <i>P. ostreatus</i>	12
2.2	MATERIALES DE CONSTRUCCION CON RESPECTO A SU CALOR ESPECIFICO	24
4.3	TECNICAS EMPLEADAS EN LA PRODUCCION DE <i>P. ostreatus</i> EN LAS DELEGACIONES DE TLAHUAC Y CONTRERAS	33
4.4	TABLA DE CONTENIDO. METODOS USADOS PARA EL TRATAMIENTO TERMICO	36
4.5	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA APLICACION DE VAPOR AL SUBSTRATO	38
4.6	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL SUBSTRATO TRATATO CON AGUA CALIENTE	39
4.7	PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN LA PRODUCCION DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i> REPORTADOS EN LA ZONA	44-45
5.8	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERIODO DEL 15 DE OCTUBRE AL 14 DE NOVIEMBRE 1997	49
5.9	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERIODO DEL 18 DE NOVIEMBRE DE 1997 AL 28 DE ENERO 1998	50
5.10	PRODUCCION. PERIODO DEL 4 AL 10 DE DICIEMBRE 1997	51
5.11	PRODUCCION. PERIODO DEL 17AL 28 DE DICIEMBRE 1997	51
5.12	PRODUCCION. PERIODO DEL 5 AL 9 DE ENERO DE 1998	52
5.13	PRODUCCION. PERIODO DEL 12 AL 19 DE ENERO DE 1998	52
5.14	PRODUCCION. PERIODO DEL 20 AL 28 DE ENERO DE 1998	52
5.15	PRODUCCION TOTAL	52
5.16	COSTOS DE PRODUCCION. COSTO BENEFICIO DEL MODULO	53
6.17	ANALISIS DE LAS ETAPAS CRITICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>	57-58

INTRODUCCIÓN

El problema más grande de la ciudad de México en la actualidad, es el crecimiento desmedido de la población y la invasión de la mancha urbana sobre las zonas rurales del D. F., por lo que el gobierno de la ciudad ha instituido una zona de conservación ecológica que protege 50,223 has. de vocación forestal y 32,000 has. para cultivo, (Santa María F., 1996). Estos biomas son importantes abastecedores de oxígeno y agua además de regular las condiciones climáticas, amortiguando los efectos de la contaminación del Valle de México, por lo tanto, la existencia de la ciudad depende directamente de la conservación de estos recursos. El área de conservación ecológica (ACE) se localiza entre los 19°03' y 19° 24' de latitud norte y los 98° 57' y 99° 22' de longitud oeste. La altitud varía de 2,234 m en la zona lacustre de Xochimilco a los 3,950 m en la Cima del volcán Ajusco, comprende las Delegaciones Tláhuac, Xochimilco, Milpa Alta, Tlalpan y Alvaro Obregón, Iztapalapa, Magdalena Contreras y Cuajimalpa en el sur del Distrito Federal y Gustavo A. Madero en el norte. En la mayor superficie del (ACE), existen zonas templadas semisecas y subhúmedas se registran los tipos de clima Bskw, C(w1)b y C(w2)b, y en una mínima superficie semifrías subhúmeda el C(w2)b1. La precipitación media anual varía de 656 mm en Milpa Alta a 1,325 en Cuajimalpa. La temperatura media anual va de 8.7°C en Tlalpan a 13.7°C en Xochimilco. Finalmente la evaporación media anual es de 974 mm en La Magdalena Contreras y 1,700 mm en Milpa Alta. La población rural en el Distrito Federal (3200 poblados) está directamente relacionada con estos recursos y ha sido la más afectada económica y culturalmente por la baja calidad de los agroecosistemas, determinado por el cambio de clima, temporal deficiente, pérdida del suelo fértil, bajo nivel tecnológico, bajo costo de sus productos y pulverización de la parcela agrícola, de tal manera que la población rural ha tenido la necesidad de vender sus terrenos a fraccionadores o abandonarlos, fomentando así el crecimiento de la mancha urbana. Los factores anteriormente señalados aumentan los riesgos en la producción de cualquier cultivo, lo que ha influenciado en el cambio de mentalidad del campesino del D.F., el cual se resiste a invertir en el campo por temor a perder su inversión y prefiere trabajar en la ciudad y sembrar sus cultivos básicos en épocas de temporal, ya que estos cultivos requieren de poca inversión e insumos; esta producción ha llegado a ser solo un complemento a sus ingresos que puede o no existir, provocando un proceso de transculturación del campesino. Para solucionar esta

problemática el gobierno ha establecido programas de desarrollo rural en el Distrito Federal, como el Programa Rector de 1980 y el Programa de Desarrollo Rural y Alianza para el campo en el Distrito Federal 1995 - 2000 cuyos objetivos fueron proponer alternativas de cultivo al campesino en sus tierras, elevar la productividad, crear empleos y evitar así el avance de la mancha urbana (La Jornada, 15 de Marzo 1996). Estos programas no han tenido el éxito que se esperaba, debido a que no ha existido una logística en su aplicación además del incumplimiento y la falta de apoyo de algunos funcionarios que los toman únicamente como trampolines políticos, para cumplir con los objetivos de estos programas, (Rodríguez L, 1980) menciona que es necesario pensar en la generación de tecnologías de bajo riesgo adaptadas a las necesidades y posibilidades de los productores que no impliquen una alta inversión y que representen menos riesgos que sus cultivos tradicionales y que les sean redituables debe entenderse continua, como alternativa de producción aquellas técnicas que abarcan una amplia gama de niveles tecnológicos que van desde un alto grado de sofisticación hasta la mayor rusticidad y tienen como denominador común el ser técnicas dirigidas a satisfacer necesidades básicas y a fortalecer las tecnologías autóctonas, utilizando materiales que no alteren el equilibrio ecológico, tal es el caso del hongo *Pleurotus spp.* particularmente *P. ostreatus* var. *ostreatus*, cuyo cultivo viene promoviéndose en estas zonas desde 1982, difundiendo las siguientes ventajas, puede adaptarse a diferentes niveles de producción, que van desde el casero hasta el semi intensivo, es redituable en un espacio pequeño, accesible para la mayoría de los productores y se pueden utilizar materiales de construcción de bajo costo. Además de todos estos aspectos, el cultivo del hongo, puede considerarse como un cultivo altamente redituable, ya que su ciclo de producción es más corto que el de cualquier otra hortaliza y puede obtenerse en forma escalonada durante todo el año; con un manejo adecuado de los factores ambientales, reduciendo así los riesgos en su producción, por esto se considera como una alternativa de producción que además de proporcionar un alimento nutritivo a bajo costo para la familia, pueda aportar ingresos económicos al comercializarlo sin embargo, el enfoque que se le ha dado al curso de capacitación ha sido para producir a nivel casero, y se ha descuidado el seguimiento técnico de los capacitados, lo que ha impedido el crecimiento de productores, muchos de los cuales desaparecen por la falta de organización.. Al revisar la historia del cultivo del hongo *P. ostreatus* en México, se observaron dos sectores muy marcados, por un lado. la empresa privada con altas inversiones de

capital, como son Hongos de México y Hongos Leben entre otras, los cuales trajeron su tecnología y asesoría del extranjero. El otro sector lo constituyen los pequeños productores que han sido capacitados por técnicos de dependencias gubernamentales en distintas partes del país y cuya técnica de producción es sencilla, rudimentaria y de baja inversión, la cual fue desarrollada a partir de diversos trabajos del Instituto Forestal de Puebla, iniciados por el Dr. Lee en el año de 1982. Estos dos sectores nunca se vinculan, y por lo tanto el acceso a la información queda restringido únicamente a los centros de investigación como son el Instituto de Ecología de Jalapa, Ver. y algunas otras Universidades. Sin embargo, la información generada no se ha llevado al campo de manera eficiente, puesto que el sector de productores de hongos no ha logrado desarrollarse y mucho menos crecer, además existe un recelo a intercambiar experiencias y dar información, por una falsa idea de competencia. Este hermetismo ha creado una diversidad de opiniones de como debe de cultivarse el hongo; y aún entre los mismos asesores no existe un criterio uniforme, pues cada quien habla de su experiencia. El propósito de este trabajo fue recopilar información en campo y bibliográfica, realizando un análisis de las variantes existentes en el sistema de producción en la zona y analizar sus costos de producción. Para ello se delimitaron como zona de estudio dos de las siete delegaciones que constituyen el (ACE) del Distrito Federal, como son Tiáhuac y Contreras, las cuales, se encontraban trabajando con algunos módulos de producción de hongo. El nivel tecnológico de la zona de estudio varía, en la mayoría de los casos sus instalaciones son rústicas no existe una uniformidad en cuanto a los sistemas de producción y en el manejo de los factores ecológicos o al empleo del material biológico. El análisis realizado permitió homogeneizar criterios tomando en cuenta la revisión bibliográfica y las experiencias recolectadas, para obtener un mejor método de cultivo. Asimismo se estableció el área mínima rentable con la cual un productor puede iniciarse en el cultivo junto con otra persona como ayudante siendo esta rentable.

OBJETIVOS

Demostrar que el cultivo del hongo *P. ostreatus* puede ser una actividad de auto empleo que sirva para contrarrestar los efectos del abandono de tierras agrícolas, aumentando el interés por las actividades agropecuarias. y la obtención de alimentos de bajo costo y alta calidad nutricional.

Analizar las condiciones en las que se ha difundido el cultivo del hongo *P. ostreatus* y hacer una recopilación de las diferentes técnicas que se emplean en su producción.

Evaluar técnica y económicamente el sistema de producción, utilizado en la zona de estudio y hacer propuestas de mejora.

Proporcionar un método de cultivo accesible a cualquier persona en donde se demuestre la importancia de llevar un control integral de los factores económicos y biológicos que requiere el cultivo.

Proponer un módulo de producción rentable, adecuado a las necesidades del campesino de la zona.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desarrollo Histórico del Cultivo del Hongo *P. ostreatus*

Los asiáticos fueron los que por primera vez produjeron el *Pleurotus spp.* sobre desperdicios lignocelulosicos en paja de arroz o desperdicios de palma aceitera (Chang 1978). En Europa el cultivo de *Pleurotus spp.* sobre tocones de árboles se hizo a principios del siglo XX. En 1916 *Pleurotus spp.* se cultivó en madera, Etter en 1929 cultivó el mismo en harina de maíz y almidón de maíz, con un poco de aserrín y malta. Los primeros registros formales del cultivo datan de 1935 por Kaufert (Block et al en 1958), introdujeron una innovación importante al cultivar dicho hongo sobre aserrín y medio composteado, Bano y Srivastava en 1962, Herzig et al en 1968 y Schanel en 1986 llevaron a cabo la primera producción masiva de *P. ostreatus* en un sustrato de paja. En 1964 se desarrollo un método de cultivo en aserrín. La producción industrial de sustrato y esporoforos fue desarrollado por Junkova (1971) Stanek y Rysava (1971) y Zdrasil y Schneiderei (1972), cit. pos. Omelas (1985).

2.2 Desarrollo del Cultivo en México.

En México se conoce a este hongo como *Pleurotus spp.* con diversos nombres como cazahuate en Tepoztlán Morelos, hongo de encino en Tehuacán Puebla, hongo de maguey en el D. F., hongo de Izote en Coatepec, Veracruz, oreja blanca en laguna de Zempoala, y el nombre con el que se le conoce actualmente en la ciudad de México es *Seta*, proviene de una marca comercial que se le dio al ser enlatado por Hongos de México (Pulido G. 1985)

Su cultivo en México es muy reciente, data del año de 1974, con la traída de cuatro pacas de paja de trigo inoculados previamente, los cuales fueron adquiridos por el Sr. Cano Faro, que las mantuvo hasta la fructificación en las instalaciones de Hongos de México, Cuajimalpa, D. F. (Martinez C. 1991)

En el año de 1982 se tiene la visita del Ingeniero Tai Soo Lee, quien capacitó en Puebla a un grupo de especialistas en hongos de la Jefatura del Programa Forestal, en todo el proceso del cultivo de *Pleurotus spp* y de *Shitake*, ayuda a la investigación de otros hongos comestibles de México y promueve la expansión del personal y los interesados en el cultivo, mediante seminarios. Apartir de esto, el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), de Jalapa Veracruz y con el apoyo del CONACYT, inician diversas investigaciones, que generaron algunas técnicas para el aprovechamiento de diferentes substratos, para la explotación masiva de hongos comestibles. (Guzmán G. y Martínez, D. 1985), como pulpa de café (Martínez, C. 1985), los desechos de pimienta, canela y zacate limón (Martínez C. 1986); cardomomo (Morales 1987), bagazo de caña (Guzmán y Dávalos 1987), bagazo de maguey tequilero (Guzmán, D. y Martínez, D. 1987), tamo de maíz, olote de maíz, bagazo de caña (Guzmán 1988),

Hirata y Cuesta Marin (1982), en la SARH Puebla, inician estudios con cepas nativas. Guzmán e Hirata, (1982) en el IPN, trabajan con *P.ostreatus* y *P. Smithii* (Martínez, D., 1984).

Por otra parte Leal y Lara (1982) estudiaron cepas nativas de *P. ostreatus* en la UNAM y la compañía de Hongos de México S.A, en Cuajimalpa D.F, inicia un cultivo de *P. ostreatus* usando también cepas extranjeras. (Martínez, D, op.cit. 1984).

Dentro de la Facultad de Química de la UNAM, se ha estudiado la producción de este hongo en agua de coco (cultivo sumergido) sobre papel periódico y sobre una mezcla de aserrín de encino y pino (Ornelas 1985), sobre bagazo de caña (Ramírez 1986) sobre desechos de la industria azucarera y forestal (1987). Asimismo se han hecho estudios sobre el aprovechamiento del substrato agotado como alimento para forraje con Delignificación del rastrojo del maíz (Aguilar, V. 1987). Todos estos trabajos han sido coordinados por el Dr. en Ciencias Emilio Leal de la Facultad de Posgrado de Química del Departamento de Alimentos.

2.3 Difusión del Cultivo Hacia el Campesino

El Programa Forestal del Estado de Puebla es uno de los iniciadores en la generación de las técnicas en la producción de hongos silvestres y cultivados, se inicia en el año de

1982, pero la verdadera difusión de los hongos cultivados inician a partir del Primer Simposium Nacional en el año de 1984, en el mismo estado de Puebla y bajo la Coordinación de la SARH y la Subsecretaría Forestal de Puebla, el Segundo Congreso se realiza dos años más tarde en Oaxtepec Morelos. Estos Simposium resultaron de gran importancia para la capacitación de mucha gente y la promoción del cultivo hacia el campesino.

En 1994 en el Estado de México, la Dirección General de Fomento Agroindustrial promueve el cultivo de hongos *P. ostreatus* en Toluca. En 1992 se hace un planteamiento de proyecto de cultivo de hongos comestibles siendo el Director del mismo Daniel Martínez Carrera Investigador docente e Investigador nacional del Colegio de Postgraduados (CEICADAR); el proyecto está funcionando actualmente en la comunidad de la Sierra Norte de Puebla.

2.4 Difusión del Cultivo en el D. F.

En el año de 1985, se realizó un estudio por alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) en la Delegación de Milpa Alta, D. F., con cepas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) utilizando como sustrato paja de trigo y nopal de desecho, como respuesta a las inquietudes de los agricultores de la zona, que se interesaban por la producción y el aprovechamiento de los hongos silvestres y cultivados. (Gómez M, 1985).

En febrero de 1987, la comunidad de San Francisco Tecoxpa en la Delegación de Milpa Alta, solicita la creación de un módulo de producción, en el año de 1988 se inaugura, el módulo que funcionó durante 7 años, en él se impartieron cursos de capacitación tanto a personal técnico, como a productores y estudiantes de secundaria, bachillerato de las diferentes delegaciones e incluso de estados como Puebla, Morelos, Veracruz y Edo. de México (Comunicación personal de los asesores, Biol. del Río y Biol. Silva F., 1997)¹, el objetivo general de este módulo era el de proporcionar un uso alternativo al desecho del cultivo de nopal verdura o el nopal de poda. Posteriormente, en el año de 1992 la SARH

¹ Biól. Ricardo del Río Arroyo, Productor y Asesor, Biól. Ernestina Silva Fonseca, Enero, 1998

imparte el curso por primera vez a productores de San Bartolo Ameyalco en la Delegación Alvaro Obregón, después la sigue la delegación Contreras y Tláhuac, instalándose ahí algunos pequeños productores; cabe mencionar que el cultivo del hongo seta, se propone dentro del Plan Rector de 1980, el cual pretendió la autosuficiencia del campesino como un medio de obtener, sino ingresos, al menos alimento de calidad, a partir de estos cursos surge mucha gente interesada en la difusión del cultivo principalmente profesionistas y autoridades del gobierno que toman como parte de sus programas de apoyo a la comunidad rural la impartición de estos cursos, (Tláhuac 1994, Xochimilco 1995 y Contreras 1996.)

2.5 Características Generales del Cultivo de *P. ostreatus*

Clasificación Toxonómica.

Reino	Fungi
División	Eumycota
Subdivisión	Basidiomycotina
Clase	Basidiomycetes
Subclase	Holobasidiomicetidae
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomatoceae
Género	Pleurotus
Especie	Ostreatus

Fuente: Deacon, J.W.: 1990

Herrera y Guzmán (1961) clasifican a *Pleurotus spp* en la clase basidiomycetes, señalan que es una especie poliforma de amplia distribución. Las especies comestibles en México son: *P. ostreatus*, *P. cornucopiae*, *P. smithii*.

2.6 Morfología

El pileo es de 2 - 15 cm en forma de concha, espátula, media luna o cometa convexo o infundibular, liso o escamoso, margenintrorso, superficie blanca, parda, parda negruzca, con tonalidades violáceas o amarillentas. Las láminas son decurrentes grisáceas, blancas amarillentas o grises, reunidas en la base en forma de retículo. Es un hongo de los llamados de "repisa", cuando existe estipite es corto lateral (o excéntrico), pubescente.

El pseudoparénquima es esponjoso, blanco o correo y de sabor farináceo agradable. Esporas elipsoidales, lisas (3 - 5 mm x 7.5 - 12 mm) hialinas, en cantidades tienen color blanco a gris-liláceo (Chang St. and Quimio Th. 1982). Crecimiento cespitoso en conjuntos de 5 a 15 individuos sobre los troncos, los tocones o los tallos suculentos prospera en climas tropicales, xerofíticos, templados y boreales.

2.7 Ciclo de vida

El micelio de la mayoría de los basidiomicetos pasa por tres estados distintos de desarrollo, para que el hongo complete su ciclo de vida. El micelio primario, se desarrolla a partir de la germinación de las basidiosporas, al principio puede ser multinucleado ya que el núcleo o los núcleos de la basidiosporas se dividen muchas veces a medida que el tubo germinativo emerge de la espora y comienza a crecer, la fase multinucleada es corta porque pronto se forman los tabiques, comienza una vez terminada la primera división de los núcleos, de la espora de modo que el micelio primario es tabicado y uninucleado desde el principio.

El micelio secundario se origina del primario las células son típicamente binucleadas, el micelio terciario está representado por los tejidos especializados que se originan para formar los esporoforos de los basidiomicetos superiores, las células del micelio terciario son binucleadas, producen sus basidios en cuerpos fructíferos altamente organizados de

varios tipos, el basidio se origina como célula terminal en una hifa binucleadas Chang St and Quimio Th. 1982).

2.8 Habitat

Se trata de un hongo saprofito (madera), algunas veces se encuentra comportándose como parásito. Tiene una amplia distribución en las zonas templadas, presenta cuerpos fructíferos en los meses de otoño e invierno con temperaturas superiores a los 15 grados centígrados.

2.9 Distribución

En Mexico se conoce a *P. ostreatus* con diversos nombres como son: cazahuate (en Tepoztlán, Mor.), hongo de maguey (en el D. F., y en Calacuaya, Mexico). Hongo Izote (Coatepec, Ver.), y tambien Hongo de nopal, oreja de cazahuate, hongo de palo y setas (un nombre comercial de hongo enlatado.(Gómez 1987).

2.10 Cultivo del hongo *P. ostreatus*

2.10.1 Sustratos Utilizados

El cultivo del hongo debe iniciar desde la seleccion del sustrato, que es el sitio donde el hongo va a desarrollarse primero en forma miscelar hasta llegar a su fructificación, como ya se ha mencionado el hongo *Pleurotus spp*, tiene la capacidad de desarrollarse en los residuos de cultivos que tengan un gran contenido de lignina y celulosa, por lo que los mejores sustatros han sido las pajas de cereales, como trigo, arroz, cebada, maíz entre otras no obstante las investigaciones que se han hecho en México por diferentes instituciones han abarcado diversos cultivos (cuadro 2.1).

2.10.2 Selección y Requerimientos del Sustrato.

El sustrato que se seleccione debe de ser abundante y disponible en cualquier época del año en la región donde se va a trabajar, de preferencia reciente y bien almacenado. Además de esto debe tener una composición química que contenga todos los nutrimentos necesarios para el crecimiento del hongo, como son, celulosa, hemicelulosa y la lignina como fuentes principales del carbono y nitrógeno. Debe estar libre de sustancias antifisiológicas que afecten el crecimiento como podrían ser sustancias

CUADRO 2.1
 INVESTIGACIONES REALIZADAS EN DIFERENTES SUSTRATOS PARA
P. ostreatus

SUBSTRATO	PESO HUM	PESO SECO	COSECHA (GRS.)				TOTAL	EFICIENCIA BIOLÓGICA %
	KG	KG	1	2	3	4		
1. -PIMIENTA	5	1.185	486	83	104		673	58.79
CANELA	5	1.455	789	789	315	87	1191	84.85
ZACATE LIMON	5	0.73	436	223	125	40	825	113.01
2.- CORDO MOMO	8	0.96	960	756			1091	113.64
3.- PULPA DE CAFE CINCO DIAS DE FERMENTADO	9	1.43	782	272	169	228	1451	102.68
4.- SIETE DIAS DE FERMENTADO TEMP. MAX . 22° C. TEMP. MINIMA 13.5°C PH 7 ANTES DE INICIAR	2	.393	139.9	42.9	10.1		192.9	49.08
5.- TAMO DE MAIZ		.500	549	259	122		930	186.0
OLOTE DE MAIZ		1000	305	118	82		505	50.5
BAGAZO DE CAÑA		1000	55	60	42		157	15.7
6.- BAGAZO DE MAGUEY	7	1.51	626	176	59	49	910	60.2
TEQUILERO	7	1.51	689	109	179		977	64.7

1. DANIEL MARTINEZ. CARRERA 1986. REV. DE LA SOC. MEXICANA DE MICOLOGIA 2, 119-124, 1986

2. PORFIRIO MORALES. REV. DE LA SOC. MEXICANA DE MICOLOGIA 3, 71-73, 1987

3. DANIEL MARTINEZ C. CONRADO SOTO. REV. DE LA SOC. MEXICANA DE MICOLOGIA 1, 101-108, 1985

4. LAURA GUZMAN, DAVALOS CONRADO S. DANIEL M. REV. DE LA SOC. MEXICANA DE MICOLOGIA 3: 79-82, 1987

5. ACOSTA U. BUSTOS ZAGAL, REV. DE MICOLOGIA 4 1988.

6. GUZMAN D, LAURA y MARTÍNEZ, D. REV. DE MICOLOGIA 3, 47-49, 2987

químicas residuales de las fumigaciones, o bien contaminación por algún patógeno propio del cultivo que pudieran intervenir en el desarrollo o inhibición del micelio. El sustrato seleccionado debe tener una buena capacidad de retención de agua, puesto que el crecimiento óptimo del micelio requiere del 70 al 80 % de humedad, un porcentaje menor disminuye su vigor y lo hace sensible al ataque de otros microorganismos. A valores mayores del 80 % el micelio disminuye su crecimiento ya que al encontrarse en un medio anaerobio el micelio se ahoga. Para el desarrollo del cuerpo fructífero se

requiere de una humedad entre el 75 y el 80 %, no hay fructificaciones a humedades menores al 65 % y en atmósferas saturadas el desarrollo del bacidiocarpo es anormal (Guzmán 1984).

El sustrato debe ser preparado antes de la inoculación del micelio en semilla. El material que se utilizará como sustrato puede ser picado a 5 cms de longitud y mezclado con agua para llevarlo a los rangos ya mencionados, el contenido óptimo de agua del sustrato debe ser del 70 % del peso húmedo.

2.11 Preparación del Sustratos Antes del Tratamiento Térmico.

La preparación del sustrato depende principalmente de sus estructura y composición química, los tratamientos más comunes son:

2.11.1 Fermentación:

Se recomienda para aquellos sustratos que poseen una cantidad de azúcares solubles importantes y que si no son eliminados promueven el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias las cuales compiten con el micelio desplazandolo fácilmente, además éstas moléculas se transforman en ácidos como el butírico o propiánico que actúan como atrayentes para insectos diversos, como distintas moscas y sus larvas que se alimentan del micelio. Los sustratos que se fermentan en el cultivo de *Pleurotus spp* son: pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, maguey pulquero o tequilero, henequén, uva, lirio acuático, zacate verde, tallos de plátano, con la fermentación se obtiene un ablandamiento de la fibra, la cual permite una mayor retención de humedad. La fermentación debe ser aerobia ya que necesita la presencia de O₂ para desdoblar CO₂ y H₂O, si fuera anaerobia provocaría ácidos. Desde el punto de vista biológico en este proceso ocurre una sucesión de bacterias, levadura y mohos, adaptados a las diferentes condiciones que se presentan en el proceso y en el cambio de pH acondicionando el sustrato para el crecimiento, desarrollo y fructificación del hongo. Al final de la fermentación el sustrato es rico en celulosa y lignina y pobre en hemicelulosa y quitina en este estado el sustrato es semejante a las pajas (Guzmán 1984).

El sustrato debe ser preparado antes de la inoculación del micelio. El material que se utilizará como sustrato puede ser picado, a una dimensión de 5 cm. de longitud y

mezclado con agua. El contenido óptimo de agua del sustrato, debe de ser del 70% del peso húmedo. En diversas investigaciones se ha obtenido un crecimiento óptimo de *Pleurotus*, cuando el sustrato tiene un contenido medio de agua de 75 ml/25 gr. de paja y una mayor degradación de lignina con un contenido de 50-125 ml/25 gr. de paja. (Pulido R. 1985).

Procedimiento para la Fermentación.

1. Colocar el sustrato en forma piramidal y envuelto en ciertos caso en un plástico negro para mantener el calor y la humedad.
2. Las dimensiones del montículo estará en relación al volumen del sustrato.
3. Sustrato 70 a 75 % de humedad.
4. Realizar volteos periódicos para mantener las condiciones aerobias realizando cada tercer día para mantener la humedad.
5. Revizar las temperaturas a 35 grados centígrados estará lista.
6. Medición de pH *Pleurotus* 6.5 en caso de una alteración de pH se modifica aplicando cal o carbonato de calcio en pH ácidos y yeso en pH alcalino, el porcentaje empleado es del 2 al 4 % dependiendo de su variación.
7. El sustrato que se escoja debe ser fresco de un día.
8. Color, olor y textura final de la pulpa de café serán los indicadores.

Si se ha removido bien la pulpa y han pasado de 3 - 5 días indicados de la fermentación a color de la misma sea oscura uniforme el olor agradable y la textura fibrosa- granosa y su partes.

2.11.2 Hidratación del Sustrato.

1. Sustratos secos, rastrojo, desechos de algodón, papel aserrín, trigo cebada, avena.
2. En caso de que presenten segmentos muy grandes puede reducirse su tamaño para que este mantenga su humedad de 3 a 5 cm.

Métodos para Hidratar.

1. Rango en agua: 20 horas mínimo sumergido en agua, debe tener 70 % de humedad es recomendable hacerlo en pajas y rastrojos ejemplo trigo y maíz.
2. Adición de agua y formación de pilas: semejante a la fermentación con la diferencia de que el sustrato no se deja fermentar el sustrato se coloca en el peso se extiende y

se aplica agua hasta cerca del 80 % se cubre con un plástico y se deja por una noche ejemplo cebada y avena.

Compactación, se emplea para sustratos que tienen muy poca retención de agua y son difíciles de hidratar.- Desecho de algodón, papel, cartón, estopa de coco, aserrín, etc.

2.11.3 Semifermentación de Sustratos

Esta clase de preparación de sustratos es una modificación de la composta usada para el cultivo de *Agaricus bisporus*. En 1971, Stanek produjo sustratos fermentados para el cultivo de *Pleurotus*, utilizando *Streptomyces thermovulgaris* y una bacteria acompañante del género *Pseudomonas*. Las técnicas de pasteurización y fermentación son usadas en Europa para la producción de *Pleurotus* a gran escala.

2.12 Tratamiento Térmico.

Para destruir las formas vegetativas de microorganismos competidores, el sustrato es sujeto a un tipo de pasteurización o prefermentado por un corto tiempo y después enfriado a temperaturas de 20 a 25 grados centígrados, (Kurtzman y Zadrazil, 1982).

Para la preparación del sustrato de *Pleurotus spp* pueden ser usadas diferentes técnicas.

Sumergido de Sustrato en Agua Caliente.

El sustrato se sumerge en agua caliente a una temperatura de 80 grados centígrados durante 40 a 45 min. dependiendo del tipo de sustrato que se use, si se incrementa la temperatura se corre el riesgo de modificar la composición química del material, limitando el aprovechamiento eficaz de las fuentes de carbono para el micelio, además los azúcares disueltos en el medio se hacen más accesibles a otros microorganismos contaminantes que los pueden consumir con mayor facilidad y rapidez. (Guzmán 1985).

El sustrato se puede someter a una temperatura de 80° C, y después es enfriado para inocularlo. Este método puede usarse en producción mecánica y continua del sustrato. La calidad de éste es modificada por la temperatura, compuestos solubles de azúcar y soluciones fenólicas son puestas en libertad.

La paja de trigo y arroz fue tratada con agua caliente de 60 a 70 °C por 40 a 60 min. y tubo éxito en en diferentes especies de *Pleurotus ssp* (Brano 1979) cit. pos Guzmán 1985.

Utilización de Vapor.

El material se coloca en camas de madera en cuartos cerrados la capa del sustrato no debe exceder de 20 cms. de grosor ya que ésto impediría la libre circulación del vapor este se inyecta en el cuarto hasta que la temperatura alcance 60 a 65 °C y manteniendose de 10 a 12 hrs. después se inyecta aire frío filtrado para enfriar el sustrato este método no es muy confiable ya que durante la elevación de la temperatura pueden aparecer otros microorganismos.

2.13 Siembra en el Sustrato.

El sustrato ya tratado, escurrido y enfriado el cual puede tener una temperatura máxima de 25 grados centígrados se extiende en la mesa y se aplica del 1 a 4% del peso de la paja húmedo de una mezcla de cal y yeso en proporción 3:1 (Pulido comunicación personal), esto se hace para establecer el pH del sustrato para el *Pleurotus Sp* y se requiere tener un pH de 6 a 6.5 (Martínez Carrera 1989).

La humedad del sustrato también debe cuidarse en este momento pués un exceso produciría un ahogamiento del micelio y una falta de humedad disminuye el vigor del micelio y lo hace más susceptible a enfermedades (Guzmán 1985), una manera práctica para comprobar el grado de humedad es apretar fuertemente en un puño la paja y si apenas escurren unas gotas de agua entre los dedos es la señal (Experiencia personal).

Cuidados o Medidas de Higiene que Deben Aplicarse al Momento de la Siembra.

Debe existir una zona expofeso para la siembra que sea fácil de limpiar, que no haya corrientes de aire, sembrar sobre una mesa bien limpia, las personas deben llevar cubrebocas y uñas limpias (Guzmán 1985).

La bolsa se va llenando en estratos o capas de 10 cm de grueso, generalmente 6 depositando en cada una de ellas el micelio.

La distribución del micelio se realiza del centro hacia los bordes dando especial atención a éstos. La cantidad de micelio aplicado será entre el 3 al 5% del peso del sustrato húmedo que cabe en la bolsa (Guzmán 1985).

El efecto de la cantidad de micelio presente en el sustrato si se usa en cantidades mayores, la temperatura y la concentración de CO₂ se incrementa más rápidamente y la concentración de O₂ en la fase gaseosa del sustrato disminuye, estos cambios pueden inhibir el desarrollo vegetativo o resultan en la muerte del micelio (Kalberet ,1976, Galindo, 1986).

Terminada la bolsa se cierra haciendo un nudo en la parte superior de la misma procurando que no quede demasiado aire dentro.

La bolsa cerrada se debe de marcar con los datos de la cepa, el sustrato, fecha de siembra y posteriormente se debe llevar un control del desarrollo del micelio obtención de fructificación, productividad y de cada bolsa o cepa. En el anexo 4, se propone una etiqueta de bolsa con los datos que debe de llevar y también un formato de registro.

Estos datos junto con otros como el peso seco de la paja utilizada y el peso del hongo fresco nos proporciona la eficiencia biológica del cultivo. Para calcularla se aplica la siguiente fórmula: $\frac{\text{Peso fresco del hongo cultivado}}{\text{Peso seco de la paja}} \times 100$ (Martínez C. 1985).

Peso seco de la paja

Es importante llevar un registro sobre esto ya que de esta manera se va teniendo control más adecuado de las condiciones (Anexo No. 4 formato).

2.14 Incubación.

Uno de los principales problemas del cultivo de *Pleurotus* es la incubación, ya que por muy bueno que sea el tratamiento al sustrato, la protección contra los contaminantes tiene un plazo limitado. El micelio de *Pleurotus*, si encuentra condiciones propicias crece, la primera semana, longitudinalmente, invadiendo todo el saco antes de que los contaminantes puedan disputarle el terreno, la temperatura óptima de crecimiento del *Pleurotus* es de 25 grados centígrados.

Una vez implantado el micelio en todo el saco, sus sistemas enzimáticos desarrollan la acumulación de sustancias nutritivas, por digestión del sustrato, compactando el saco. Los fallos suelen tener dos procedencias: la mala fermentación del sustrato y la falta de climatización en la sala de incubación. Si el sustrato está mal fermentado, suele aparecer un fuerte calentamiento a las 24 horas de la siembra, los causantes son los hongos tipo *Mucor ssp* que se desarrollan vertiginosamente. Son unos auténticos hongos-trampa, el cultivador piensa que el calor es debido a un vigoroso crecimiento del micelio de *Pleurotus spp*, La realidad es que los *Mucor* en medios de paja no crecen en forma visible sino que adoptan la forma invisible de levaduras, el calentamiento es incontrolable en algunas ocasiones, llegando a alcanzar 35 - 40 grados centígrados en el corazón del saco. El *Pleurotus spp* muere a éstas temperaturas y sobre los restos se implanta un hongo ambivalente: el *Trichoderma viride*, que puede ser saprófito o funcionar como parásito, indistintamente. El *Trichoderma ssp*, tiene una velocidad muy alta de crecimiento, produce antibióticos contra hongos y bacterias, incluso gases antibióticos, se enrosca sobre las hifas todavía vivas del *pleurotus* y destruye la celulosa rápidamente. A veces el *Trichoderma ssp* no se manifiesta durante la incubación ni siquiera en el primer flujo de cosecha, si el micelio de *Pleurotus* era vigoroso. Pero aparece a continuación del primer flujo, cuando el micelio ha perdido vigor. Y esta vez se lleva a toda la cosecha. El uso de fungicidas del tipo Benomilo, Benlate o Carbendazima no ha sido homologado para el cultivo ni en Europa ni en América, en investigaciones se ha descubierto que el uso del Benomilo a concentraciones de 100 partes por millón inhiben el crecimiento del *pleurotus*, esto explica la lentitud de algunas incubaciones hasta que el benomilo se descompone (Mues O., 1996).

La contaminación del sustrato también ocurre por bacterias inhibitoras del crecimiento del micelio como son las *pseudomonas* y otras, el micelio desaparece el sustrato va ennegreciendo y pudriéndose la causa de esto es una mala pasteurización y un local frío o muy caliente que no permite el desarrollo del micelio, en la primera semana la competición es dominada por las bacterias. En un sustrato bien esterilizado a los quince días la bolsa se ha compactado y a los 22 días se puede llegar a cosechar.

La utilización de bolsas transparentes nos permite observar el desarrollo y la compactación en proceso, sin embargo la bolsa negra impide multifructificaciones

abortadas, esto implica el manejo de las bolsas dependiendo la calidad de producto que uno desea. En una bolsa transparente se controla mejor la incubación y el desarrollo del proceso, en una bolsa oscura el desarrollo es una incógnita innecesaria. (Muez, O. 1996). Durante la incubación se deben de tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para entrar al invernadero:

1. El micelio durante la incubación produce gran cantidad de CO₂. A veces puede acumularse en la sala a niveles perjudiciales para la salud. Si se apaga la llama de un encendedor, ventilar la sala antes de entrar.
2. Se debe evitar que a a la sala de incubación penetre aire impulsado procedente de salas de cosecha. Toda clase de parásitos, *Trichoderma ssp*, incluido, pueden ser acarreados y ocasionar una contaminación en las bolsas nuevas.
3. Es conveniente en el verano humidificar el ambiente a una humedad relativa del 80 al 85 % para evitar el excesivo secado de las bolsas (Zadrazil, 1978).

2.15 Sistemas de Producción.

En el transcurso del tiempo los cultivadores de *Pleurotus* han desarrollado diferentes sistemas de cultivo con el objetivo de ofrecer un área máxima de producción por unidad de cultivo, cada uno de ellos está basado en el principio de bolsa transparente ya que esta permite ver el desarrollo del micelio su posible contaminación, la forma de llenado también es semejante formando capas, sobre las cuales se deposita el micelio, entre los diferentes sistemas de producción podemos mencionar el:

1. Cultivo de hongos en bolsas transparentes sobre estantería
2. Cultivos en columnas: colgadas o bien clavadas en un poste de sostén.
3. Bolsas colgadas
4. Formación de paredes de producción.

El nivel de inversión que cada uno de éstos sistemas, es un factor importante para seleccionar el sistema a utilizar

2.15.1 El Cultivo en Bolsas.

Es especial para hongos como el *P. ostreatus*, su uso permite la salida natural del hongo ya que éste es denominado hongo de repisa (Guzmán, 1985) op. cit. aquéllos que salen en los costados de los árboles. Sus ventajas son: concentra el CO₂ durante el crecimiento micelial y proporciona el 90 % de la humedad que la protege de la

deseccación, permite el paso de luz la cual es necesaria sólo en la etapa de fructificación, así mismo el intercambio de gases. Este sistema es la base para los otros sistemas que a continuación se mencionan.

2.15.2 Cultivo en Columnas.

Las setas fuera de sus estípites centrales se desarrollan en forma horizontal al principio, su crecimiento es vertical, esto da resultado en grandes modulares o bouguets de hongos, la ventaja del cultivo en columna es que muchos hongos jóvenes se desarrollan en un sitio común de un cuarto de libra ($\frac{1}{4}$ lb) a una libra los manojos pueden ser cortados. El cultivo de bouguets jóvenes se aumenta mientras que la esporulación se disminuye. Este sistema de cultivo es mecanizado en USA y Europa se utiliza una máquina que cuenta con un barreto (Taladro) o tornillo arquímedes el cual comprime la paja en forma cilíndrica, la paja puede ser enfiada e inoculada a lo largo de la bolsa en forma sencilla, las columnas son empacadas en forma horizontal en una maya que puede ser movida verticalmente del lugar, al cuarto de cultivo, así mismo se ha encontrado mezcladoras de sustrato, las cuales poseen una especie de embudos a través de los cuales se llenan las bolsas. La formación del cilindro vertical, puede hacerse con una gran variedad de materiales de bajo costo y flexibles como bolsas de polietileno disponibles en rollos de hasta 1.52 m. y diámetro de 15 a 30 cm, los tubos de desagüe para campo, columnas de policarbonato, etc, las más sofisticadas utilizan un interior rotativo perforado para columnas duras equipadas con capilares de agua o aire (Kattan 1991, Pulido 1985). Se han realizado estudios extensivos que demuestran que el CO₂ durante la colonización tiene grandes efectos en los cultivos subsecuentes, así mismo los plásticos perforados dan un gran rango de fructificación en setas y es tan rápido que los sustratos de las columnas deben tener un diámetro de 20 a 35 cms, menos de 20 cm. dan menor fructificación y mayores de 35 cm. son peligrosas pues se forman centro anaeróbicos que se convierten en centros de contaminación. El sustrato inoculado es directamente colocado en el embudo, el llenado debe ser en forma cuidadosa y compactar fuertemente el sustrato al ir llenado la columna se hacen unas perforaciones en la parte de arriba para dejar escapar el aire, esto es muy importante los trabajadores que lo hacen generalmente van llenando la columna en forma parcial, compactándolo en cada acción, hasta tener una altura de 2.5 a 3 m, su peso es de 54 a 58 kgs, el cilindro se invierte al ser pasada a la zona de incubación para que así la parte

de arriba quede compactada, esto es muy importante ya que si se dejan espacios con con aire pueden tener contaminación al no poderse desarrollar bien el micelio (Stamets, Paul. 1983).

2.15.3 Bolsas Colgadas.

Las bolsas se cuelgan en estructura especial formando una especie de chorizo.

2.15.4 Formación de Paredes de Producción.

Son columnas individuales enfiladas en forma de pared su objetivo es ocupar menos espacio, sus desventajas con que se elimina la producción lateral y obstruye el paso de luz.

2.16 Inducción a la Fructificación.

Una vez terminado el proceso de incubación es necesario inducir la fructificación, para esto se requiere conocer las características del material biológico que se esta manejando, pues cada cepa requiere de condiciones particulares de luz, temperatura, humedad y cambio de aire que influyen en la inducción de primordios, por ejemplo quitar el plástico cuando la bolsa está completamente invadida, ocasiona una pérdida muy rápida de CO₂ y además se arriesga a una pérdida de humedad, por la exposición del sustrato al ambiente. *P. ostreatus* requiere de un Shock térmico que consiste en bajar la temperatura, hasta 9°C después de los 25 días de incubación (Zadrazil 1978) así como una oxigenación bastante alta para la cual bajar el plástico resultaría benéfico, la cepa Florida produce racimos de hongos y su inducción se provoca haciendo una perforación en la bolsa por donde se quiere que salga el fruto y se puede aprovechar las ventajas de la bolsa, mientras que el *Pleurotus pulmonarius* produce fructificación individual, por lo cual dejar el plástico no tiene justificación.

Otra forma de inducir la fructificación, (tomando en cuenta los factores físicos ya mencionados) es perforar el plástico con una tabla con clavos, los cuales se distribuyen de manera homogénea, los agujeros hechos de esta manera corresponderá al número de cuerpos fructíferos que salgan, este sistema es ideal para cepas cuya fructificación es individual, o de racimo, aquí en México se acostumbra hacer agujeros en el momento en que se detecta un primordio o botón.

El manejo adecuado de las condiciones ambientales, así como el conocimiento de las cepas que se utilizan en cada época del año, influyen directamente en la aparición de los cuerpos fructíferos, lo cual sucede entre 4 a 7 días después del período de incubación.

2.17 Plagas y Enfermedades.

Cultivos pasteurizados o no esterilizados pueden tener una amplia variedad de microorganismos en asociación. El calor húmedo sin esterilización tiende a estimular el crecimiento de esporas o de bacterias formadoras de esporas.

Los organismos dañinos que se presentan más frecuentemente en el cultivo de *Pleurotus spp* son *Trichoderma spp.*, *Monilia spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.* y *Mucor spp.*, quienes compiten con *Pleurotus spp* aunque no son conocidos como degradadores de lignina, y solo uno *Trichoderma spp* posee un sistema enzimático degradador de celulosa.

Se ha observado que las bolsas dejadas largo tiempo después de la madurez, llegan a infectarse con un organismo que parece ser *Penicillium* produciendo pérdidas del 50 al 70 % de la producción. La Plaga más común destructiva que se ha observado en el sustrato después del proceso de pasteurización-lavado es *Coprinus fumetarius*, que puede ser controlado con el uso de una cantidad mayor de semilla, cuidando la temperatura y la aplicación de calcio en el tratamiento térmico. Las setas son consumidas por una amplia variedad de animales. Las siguientes plagas han sido mencionadas por (Olah, 1979 cit. pos. Gómez, M. 1985) causando problemas sobre el cultivo de *Pleurotus*: Babosas (*Deroseras reticulatum*); Moscas (*Megacelia nigra*, *M. halterata*, *Cera spp.*, *Lycoriella solanii*). No se ha publicado ninguna recopilación de plagas y animales asociados con *Pleurotus*, pero se han observado las siguientes plagas aparentemente comiendo los cultivos de *Pleurotus spp.*: Moscas micófagas, Chinchas apestosas, Caracoles de tierra y ratones. Para el control de las moscas es deseable mantener el área tan libre de desechos como sea posible; es común el uso de insecticidas como Malathión en dosis mínimas y aplicaciones discontinuas (Chang and Quimio, 1982),

2.18 Instalaciones.

Existen diferentes tipos de instalaciones la versatilidad del cultivo permite la utilización de diferentes materiales para su construcción de los cuales deben preferirse aquéllos que sean abundantes en la región y cuyo costo sea accesible para los productores.

(Leal, H. 1997) hace referencia a dos tipos de instalaciones; instalaciones monozonas, es decir una sola zona para todas las etapas de cultivo o bien multizonas en donde se designa una zona especial para cada etapa de cultivo.

Con el sistema de una zona la pasteurización del sustrato, la propagación vegetativa del micelio del hongo y la etapa de cosecha, se realizan todas ellas en la misma nave, por ello la nave debe contar con un aislamiento adecuado para que el proceso de pasteurización del sustrato, se pueda alcanzar temperaturas de 60 grados centígrados, sin que haya pérdida de calor, fueron utilizadas generalmente en el cultivo de champiñón.

En el sistema multizona se emplean áreas separadas al tratamiento térmico, la incubación y la fructificación, así el cuarto de incubación tiene que aislarse para mantener temperaturas de 25 a 30 grados centígrados, el cuarto de producción debe estar adaptado para permitir una ventilación natural y a la vez dejar salir el aire caliente.

En el cuadro 2.2 se muestran las características de algunos materiales con respecto al calor específico que podrían utilizarse en la construcción de las instalaciones. El calor específico es el número de Kcal que es necesario suministrar a un kilogramo de cualquier material para elevar su temperatura a un grado centígrado.

2.19 Factores Físicos que Intervienen en la Producción

Indudablemente que nuestras instalaciones deben ser multimodales para darles a cada una las condiciones especiales que requiere cada etapa del cultivo. Los factores que deben tomarse en cuenta son:

2.19.1 Temperatura

Debe haber dispositivos reguladores naturales de la temperatura para mantenerse a 25 grados centígrados, en el área de incubación y 16 a 22 grados centígrados en el área de

CUADRO 2.2
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON RESPECTO A SU
CALOR ESPECÍFICO

CUERPOS	CALOR ESPECÍFICO (kcal)
Agua	1.0
Aire	0.24
Madera	0.4 - 0.5
Ladrillo	0.22
Hierro	0.11
Hormigón	0.5
Tierra mojada	0.7
Tierra seca	0.4

Cit. por Leal, H. 1997.

fructificación, sin necesidad de grandes desperdicios de calefacción o refrigeración, utilizando materiales aislantes. Si tenemos locales donde puedan bajar las temperaturas a menos 15 grados centígrados, el cultivo se vuelve lento en el crecimiento del micelio y la aparición de cuerpos fructíferos; a temperaturas de 27 a 30 grados centígrados, la producción es muy abundante, el cultivo se agota muy pronto y muchas veces aparecen enfermedades, además muchas de las setas que se cosechan serán deformes.

2.19.2 Ventilación

La entrada y salida de aire debe regularse a voluntad ya que las necesidades de cultivo así lo requieren en la etapa de fructificación se requiere de mayor ventilación, la concentración de CO₂ debe ser del 1 %, cuando existe una concentración de CO₂ mayor del 2% , se observa acosado alargamiento del pie y una reducción del sombrero, mientras que en la etapa intermedia entre un corte y el otro, la ventilación debe reducirse, puede soportar hasta el 20 % de CO₂. La ventilación en incubación es mínima, pero si debe circular el aire.

Una mayor ventilación requiere una mayor cantidad de riegos, una cosecha abundante produce más gases perjudiciales que uno ligero, estos gases deben desalojarse por ventilación. Se puede utilizar dos tipos de ventilación, estática o natural y la ventilación

mecánica o forzada. La ventilación natural se realiza debido a las corrientes de aire que se forman espontáneamente, por diferencia de temperatura o presión. Se recomienda tener ventilas en las partes bajas y por las partes de arriba para que los primeros desalogen a los segundos, (Dirección General de Fomento Agroindustrial 1997).

Las paredes deben ser de un material que no aloje insectos y que pueda limpiarse con facilidad, el suelo debe permitir conservar una humedad y ser resistente a los riegos. El riego del suelo y paredes seguidos de aereación, favorece el enfriamiento y se cree que estimula la fructificación.

2.19.3 Luz

Se ha comprobado que para las condiciones de incubación no es necesaria la luz, pero para la fructificación sí, por lo tanto el local para este proceso debe contar con una iluminación en penumbra aproximadamente de 60% de la luz natural un equivalente a 12 horas luz.

2.19.4 Humedad

La humedad relativa debe ser del 80 % en el sustrato durante los primeros 30 días para la variedad *ostreatus* y 20 días para *florida* (ver gráfica en el anexo 6). En inducción de primordios debe subirse hasta un 95 % en ambas cepas y mantenerse en 80 % durante la fructificación.

2.20 Cosecha

Al cambiar las bolsas a la sala de cosecha aproximadamente a los 25 días de la siembra, comienzan a aparecer los primordios en los agujeros abiertos, la abertura de agujeros se hace 5 días antes según el tipo de seta y tamaño deseado y estos van a depender del número de agujeros que se realizó. Las salas de producción debe estar distribuidas de tal manera que se facilite la ventilación, el control de la humedad y la iluminación debe ser de manera indirecta proporcionando una luz mínima de 100 lux aproximadamente 12 horas /día, las temperaturas deben de ser de 20 a 22 grados centígrados.

Es importante planificar la producción en cultivos semanales de forma que no coexistan en la sala setas en plena producción que necesiten ventilación, con otras de pre-cosecha o interflujos donde la ventilación debe ser menor.

La primera cosecha se recoge entre los 25 y 35 días de la siembra. A continuación se produce una interfase de reincubación durante la cual conviene disminuir la ventilación para llevar a que el micelio se regenere y vuelva a almacenar sustancias nutritivas.

De 10 a 15 días después de la primera cosecha asoman los primordios de la segunda y una semana más tarde se recogen las setas.

Con un sustrato de calidad los rendimientos esperados son del 60 al 80 % del peso seco de la paja o del sustrato, lo que se llama eficiencia biológica y el cual va a depender del tipo de sustrato, calidad del proceso, condiciones ambientales y cuidados.

2.20.1 Riegos Durante la Cosecha.

Manteniendo la humedad relativa del 85 al 90 % dentro del invernadero no suele ser necesario el riego, sin embargo, esto va a depender de las variedades del cultivo del tipo de instalaciones, de la temporada y de la ventilación, un exceso de riego produce la mancha bacteriana que se manifiesta con un color ocre que toman las setas sometidas a humedad próxima a la saturación si persiste esta situación incluso se forma sobre las setas una especie de babas que es un cultivo de bacterias (*pseudomonas*) que las destruye.

Por último se mencionará que toda persona que trabaja dentro de un invernadero debe evitar el riesgo de la inhalación de las esporas que aunque esto depende de la resistencia de cada individuo siempre debe de hacerse examinar sus bronquios radiologicamente como medida preventiva y cuidar la limpieza de todas las salas de cultivo ya que en muchas ocasiones las salas se ven invadidas por un polvo deslizante que cubre las ventanas las setas y los plásticos este polvo son ácaros transparentes o rojos los cuales desaparecen al hacer la limpieza de suelos y paredes, utilizando jabón, asimismo las esporas que se sueltan cuando los hongos llegan a su madurez hace indispensable un tapa bocas como medida preventiva.

2.21 Postcosecha.

El *P. ostreatus* se puede conservar bien en refrigeración a 4 grados centígrados y puede tener una vida útil y conservar sus cualidades por una semana. Un estudio

efectuado en Alemania en la Universidad de Bonn menciona que los racimos frescos de pleurotus almacenados en atmósferas con CO₂ (15 a 30 %) a una temperatura de un grado centígrado con una humedad de 94 % y concentraciones de oxígeno del 1 al 10 % o al aire natural produce un tiempo de vida del producto de 10 días, por otra parte si se mantiene la temperatura y con una atmósfera enriquecida de CO₂ (50%) se alarga la vida de anaquel del producto hasta 21 días (Henzen, J. 1989, Leal 1997). Algunos aspectos de tomarse en cuenta son los procesos fisiológicos que sufre el *P. ostreatus* después de la cosecha. Para su conservación son importantes los cambios en el contenido de agua, tasa respiratoria, textura, color y actividades de enzimas como proteasas y polifenol oxidadas.

2.22 Valor Nutricional.

El hongo comestible *P. ostreatus* cultivado en diferentes sustratos de cereales (paja de trigo, paja de avena y rastrojo de maíz) contiene una humedad que va del 88 a 92% con un promedio de 91% de agua. El contenido de proteínas varía del 21% al 29 % con un promedio de 25.5 %. El contenido de grasas varía de 1.1 % a 1.8 % con un promedio de 1.4 %. Los carbohidratos son su principal constituyente que varía de los 40 a 50 %. El contenido de fibra es de 13 al 18 % con un promedio de 16 % (Cruz, P. 1994).

Puede apreciarse que si los hongos comestibles se consumen como un alimento adicional a la dieta tradicional de las zonas rurales basada en maíz, frijol y chile, se logra un efecto complementario considerable en aminoácidos esenciales, sobre todo en los que respecta a triptofano, treonina, lisina y metionina. Para el caso del, *P. Florida P. ostreatus* (Jacz. ex Fr.) Kumm., y *P. Sajor, Caju(Fr) Sing.*, los valores muestran que al comer tan sólo 358.4 gr de hongos frescos, se ingieren 10 gr. de proteína con 3170 mg. a 4320 mg. de aminoácidos esenciales dependiendo de la especie. Proporciona ciertas cantidades de ácidos grasos insaturados (4% con base en el peso seco), vitaminas pertenecientes al complejo B y minerales (Calcio, fósforo y potasio) (Martínez, et al., 1990).

2.23 Aprovechamiento del Substrato Agotado

Como se mencionó en el inicio el cultivo del hongo debe verse como un ser vivo que forma parte de un ecosistema subsidiado por el hombre, por lo que debe haber un ciclo de retorno de sus materiales hacia el medio ambiente y esta es la alternativa que todavía falta estudiar, la utilización del sustrato agotado. Es bien sabido que con los vegetales verdes empieza toda cadena alimenticia de tal manera que la mayoría de sus carbohidratos son aprovechados por infinidad de seres, como fuente de energía, no así sus carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa), a pesar de que se consideran los biopolímeros más abundantes sobre la tierra, los hongos junto con las bacterias son los organismos capaces de utilizarlos y dentro de los animales existe el grupo de los rumiantes de tal forma que se cerraría el círculo hongo-sustrato agotado-rumiantes o abono. La utilización directa de los desechos agrícolas depende de la digestibilidad de ellos, la lignina es una molécula que lo impide. En zonas tropicales se distingue más este problema ya que la temperatura aumenta la presencia de lignina. El maíz tiene 10 % más que en zonas templadas (la pared celular de las plantas que se emplean como forraje están más impregnadas de lignina (Aguilar, 1987). La mayor parte de los hongos comestibles tienen la capacidad para degradar la lignina lo cual hace que el cultivo sea más digestible para los animales además del valor proteínico que le da el micelio del hongo. Otra alternativa más de este sustrato es la utilización como fertilizante orgánico y como acondicionador del suelo la degradación de lignina y celulosa aportan una fuente útil de carbono y nitrógeno al suelo. En general es muy escasa la utilización y muy poca la atención que en la actualidad se da a los desechos agrícolas ya que no existe una serie definida de medidas en cuanto a su manejo y control, el cultivo del hongo podría ser el mecanismo idóneo que permita reciclar tales productos en los ecosistemas puesto que se ha comprobado su crecimiento en diferentes sustratos. La tecnología empleada para el cultivo de hongos por su bajo costo de implantación y por su sencillez resulta muy adaptable y puede emplearse en diferentes niveles, ya sea en forma comercial, comunal o ejidal o incluso a nivel casero, esto significa que puede emplearse en todo ámbito rural. De igual importancia resulta el hecho de emplear desechos agrícolas para el cultivo de hongos ya que eso significa reciclarse aceleradamente en los ecosistemas mediante un proceso biológico natural a partir del cual el hombre puede obtener beneficios directos a muy corto plazo.

3. METODOLOGÍA

De las delegaciones que están situadas dentro del área de conservación ecológica y que cuentan con una población rural importante, se seleccionó aquellas que promueven en sus programas la capacitación para la producción del hongo seta *P. ostreatus*.

De éstas sólo Tláhuac y Contreras reportaban módulos de producción en ese momento, por lo tanto, en ellas se llevó a cabo la investigación.

Para la realización de este trabajo se hicieron visitas sistematizadas a las unidades de producción, localizadas en la zona de estudio, se aplicó un cuestionario a los productores en el que se precisaron los siguientes datos:

- Detalles del proceso productivo (diagramas de bloques, instalaciones disponibles)
- puntos críticos del proceso
- Costos de producción

Con estos datos se realizó.

1. Un análisis de los factores bióticos y abióticos que influyen directamente en la producción haciendo una descripción de éstos, comparando con lo reportado en la bibliografía analizando los aspectos críticos en la producción
2. Un análisis económico del sistema de producción del hongo seta.

Con esta información se propuso un módulo de producción, adecuado a las características económicas de la región, se determinó el área de producción mínima rentable para el productor; así como el tipo de instalaciones y sus costos para que sirva como base para un proyecto de inversión para el área rural del Distrito Federal ya sea en forma individual o de grupo.

Para lograr lo anterior :

- Se entrevistó a los asesores y productores de la región.

- Se aplicó un cuestionario a los principales productores de hongos seta de la zona para conocer las principales variantes y problemas que existen en el proceso de producción. Las preguntas de éste, fueron estructuradas de acuerdo a la experiencia personal como asesor de este cultivo).
- Se realizó un análisis de los procesos críticos en la producción como son manejo del sustrato tratamiento térmico, siembra, incubación, fructificación, determinando su influencia en los costos de producción.
- Se determinó los costos de producción de un módulo típico ubicado en San Juan Ixtayopan. Se reportaron los principales problemas en la producción su causa y se propuso una solución.
- Se hizo un directorio de productores de micelio y asesores técnicos.
- Se hizo una propuesta de un módulo de producción rentable.
- Se hicieron formatos para la toma de datos (seguimiento del proceso).
- Se hizo una etiqueta para toma de datos en la bolsa sembrada.

En el momento de aplicar el cuestionario las delegaciones que trabajaban el programa de capacitación en la producción de hongos setas eran Tláhuac que registraba 29 módulos de producción, de los cuales sólo doce tenían producción, en Contreras habían siete módulos, cabe mencionar que en promedio estos módulos contaban con cuatro a cinco bolsas sembradas en cuartos improvisados y algunos no tenían en ese momento

Se decidió aplicar el cuestionario solo a las personas con producción en ese momento, muchas de ellas principiantes, de tal forma que se entrevistaron a diecinueve productores, doce en Tláhuac y siete en Contreras .

Los productores entrevistados, fueron capacitados por personal de las delegaciones mencionadas y produciendo a nivel autoconsumo, la mayoría de sus instalaciones son rústicas, cuartos de la misma casa desocupados y otros improvisados con diferentes materiales como son: láminas de cartón, madera, tarimas, plástico, entre otros, la mayoría de ellos utiliza el mismo cuarto para sembrar, incubar y como sala de fructificación lo que no permite un control adecuado de los factores ambientales y de sanidad del cultivo repercutiendo en la productividad o también puede ser al revés las condiciones pueden ser las adecuadas en cuanto a temperatura, humedad, aireación,

etc. pero no corresponden a las que se presentan en espacios mayores y con volúmenes más grandes de producción. En estas unidades de producción participan integrantes de la familia o bien grupos mixtos formados por la delegación que auspicia y apoya con algunos insumos, como micelio y paja de trigo, como en el caso de la delegación Tláhuac. Debido a esta situación se hizo el análisis técnico y económico en un sólo módulo de producción ubicado en San Juan Ixtayopan en la delegación de Tláhuac, que en el momento de la encuesta estaba produciendo con regularidad y contaba con instalaciones rústicas dedicadas para este fin, además de que el productor pertenece al grupo de capacitados en estos programas, por lo que las condiciones en las que se produce son representativas de la zona, en cuanto a técnica utilizada y métodos de trabajo.

Para la toma de los datos se respetó la continuidad en el trabajo del productor y sus método de producción, así como sus instalaciones, sin hacer modificación a éstas, los datos que se registran son peso de la bolsa en seco y en húmedo, fecha de siembra y fecha de cosecha del primero, segundo, tercer y cuarto corte por bolsa sembrada, las bolsas se enumeraron del 1 al 95 y se colocaron en el cuarto de fructificación en el orden normal. La presentación de resultados se hizo en dos etapas, en la primera se analiza la información obtenida de las visitas sistematizadas y el cuestionario aplicado, sobre el modo de producción, los resultados son presentados en un cuadro resumen en el orden que sigue el proceso productivo del hongo *Pleurotus*, según la revisión bibliográfica. Estas preguntas fueron hechas con el objeto de conocer la experiencia de cada productor y las variantes que existen en la técnica utilizada, asimismo se presenta el cuadro 4.7 en donde se reportan los principales problemas que tienen los productores en sus módulos y se dan soluciones para prevenirlos.

En la segunda etapa se presentan los resultados obtenidos del análisis técnico y económico del módulo de producción de San Juan Ixtayopan.

4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CUESTIONARIO APLICADO A LOS PRODUCTORES DE *P. ostreatus* EN TLAHUAC Y CONTRERAS

A continuación se presenta los resultados del cuestionario aplicado en las visitas sistemáticas hechas a productores de las delegaciones de Tláhuac y Contreras (Cuadro 4.3) en el se muestran las actividades del proceso productivo del hongo, y los diferentes criterios para llevarlas a cabo. Las preguntas fueron dirigidas a detectar estas variantes en el método de cultivo, con el fin de homogenizar criterios, analizando y discutiendo las principales para proponer aquéllas que tienen mayores ventajas para la zona de estudio, las preguntas se formularon a partir de la experiencia adquirida como asesor en el cultivo, por lo tanto este análisis que se hace debe tomarse como una recopilación de experiencias. El número de productores entrevistados fueron doce en la delegación Tláhuac y siete en Contreras, cabe mencionar que éstos representan a un grupo o módulo de producción. Los grupos capacitados por estas delegaciones son heterogéneos es decir existen personas que han tenido experiencia en el cultivo del hongo pero que por una u otra razón no han tenido éxito y buscan la asesoría técnica, otros son atraídos por la promoción y las promesas de apoyo a esta actividad promovida por las delegaciones, los grupos que se forman dependen completamente de la asesoría técnica e incluso de los insumos necesarios para el cultivo, como son la semilla inoculada (micelio o spawn) y la paja, ésta es comprada generalmente en la forrajería. La semilla inoculada, es ofrecida por distintos proveedores que en algunos casos son intermediarios, el precio es libre no se tiene un control sobre él y el curso de capacitación no comprende la producción de micelio. Los requisitos que se pidieron para proporcionar el curso solo es tener un cuarto disponible donde poder sembrar y formar un grupo máximo de 10 personas, por lo tanto si el objetivo de este tipo de programas es el de fomentar a este sector, se está partiendo de una falacia puesto que el forraje utilizado no es ni siquiera de la región y por otro lado están creando clientes cautivos de los productores de micelio, sin esperanzas de ver resultados satisfactorios puesto que sus unidades de producción no son rentables ni cumplen con las condiciones necesarias para proporcionar los requerimientos ambientales que el cultivo del hongo exige, la asesoría técnica así

CUADRO 4.3
 TECNICAS EMPLEADAS EN LA PRODUCCION DE *P. ostreatus*
 EN LAS DELEGACIONES DE TLAHUAC Y CONTRERAS

ACTIVIDAD	% PRODUCTORES QUE LA REALIZAN	
	TLAHUAC	CONTRERAS
1. Limpieza de la paja antes del tratamiento térmico	16.6	71.4
2. Humectado de la paja	20.0	80.0
3. Método utilizado en el tratamiento térmico		
* Agua caliente	66.6	28.5
* Vapor	33.4	71.5
4. Escurrimiento de la paja		
* 10 a 30 minutos	33.3	42.9
* Toda la noche	58.3	57.1
5. Shock térmico		
* Lo realizan	16.7	0.0
* No lo realizan	83.3	100.0
6. Selección de la paja en el momento de la siembra	83.3	28.6
7. Distribución de la semilla en la bolsa de siembra		
* Solo en los bordes	58.3	28.6
* Del centro hacia los bordes	41.7	14.3
8. Número de capas de paja por bolsa		
* Seis	33.3	
* Menos de seis	66.3	100.0
9. Compactado de la bolsa	75.0	71.3
10. Inducción del Intercambio gaseoso de la bolsa	83.3	47.3
11. Incubación se realiza en:		
* Ausencia de luz	100.0	50.0
* Presencia de luz	0.0	0.0
12. Indicios de fructificación		
* Presencia de cabeza de alfiler	8.3	28.5
* Presencia de chipotes	33.3	14.2
* Bolsa completamente blanca	25.0	28.5
13. Concluida la incubación		
* Baja la bolsa	25.0	42.5
* Agujera	58.3	25.0

sea de lo mejor tiende al fracaso puesto que el productor no tiene la instalación adecuada para el éxito de su cultivo.

Proceso Productivo.

El proceso productivo (cuadro 4.3) que llevan a cabo estos productores empieza con:

1. La preparación del sustrato.

En esta actividad la limpieza de la paja se hace en dos momentos antes del tratamiento térmico o durante la siembra, esta actividad es muy importante ya que la paja debe de estar limpia desde su inicio puesto que viene del campo con tierra y malezas, la mayoría de los productores no realiza esta limpieza, al inicio del proceso por considerarla innecesaria.

2. Humectado de la Paja.

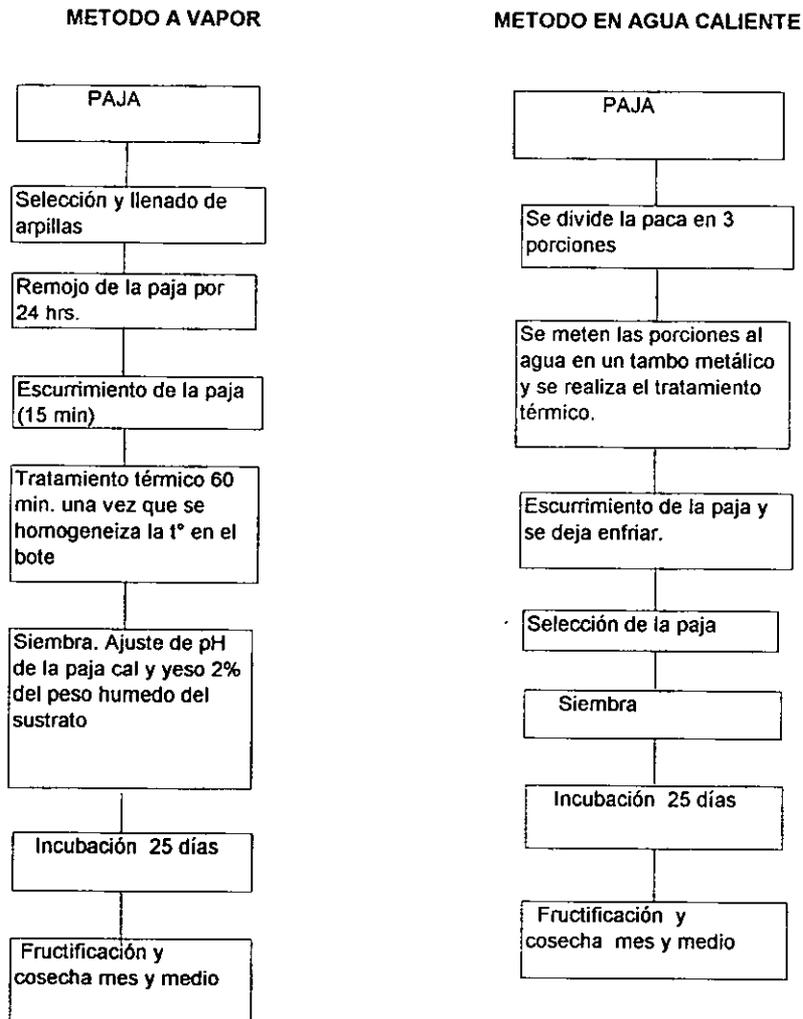
Consiste en proporcionar la humedad al sustrato requerida para el desarrollo del micelio, en la región se encontraron dos métodos dependiendo el tratamiento térmico que se utiliza: si es agua caliente la paja se mete seca en costales, en el caso del método a vapor, la paja se deja remojando 24 horas en arpillas, las ventajas de cada método se analizan en el cuadro 4.6 y 4.7.

3. Método Utilizado en el Tratamiento Térmico.

El tratamiento térmico para el sustrato, es una de las actividades que tiene mayores variantes en su aplicación dentro de la zona de estudio, existen dos métodos, sumergido del sustrato en agua caliente y la aplicación de vapor al sustrato. La eficiencia de cada uno de ellos tiene que comprobarse experimentalmente y adecuarse al tipo de sustrato que se utilice, los errores más comunes que se cometen independientemente del método utilizado, es el nulo control que se tiene sobre la temperatura durante el tratamiento, la cual debe de ser de 80°C como máximo y sin embargo o se deja hervir el agua o se le dá demasiado tiempo al vapor, lo que provoca una desnaturalización de la paja. otro error ha sido no considerar la estructura y las propiedades químicas del sustrato que va a someterse a tratamiento, pues estos tienen cualidades diferentes, se recomienda que se hagan evaluaciones en las que se prueben los diferentes

DIAGRAMA DE FLUJO

DIAGRAMA 4.1
TRATAMIENTO TERMICO



Como se puede ver en ambos métodos se ha eliminado el shock térmico por considerarlo innecesario y porque se gasta más agua. En el cuadro No. 9.31 Y 9.32 se analiza las ventajas y desventajas que se presentan con estos dos métodos. ^

substratos que existen en la región y se obtenga información eficiente sobre su tratamiento (ver diagrama de flujo 4.1 y tabla de contenido cuadro 4.4).

Cuadro 4.4
TABLA DE CONTENIDO
MÉTODOS USADOS PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

PROCESO	M E T O D O				DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
	V A P O R		AGUA CALIENTE		
	CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO	
Llenado de arpillas	6 arpillas con capac. de 50kg	Media hora	La paca se divide en 4 porciones		
Remojo de la paja	6 arpillas llenas de paja	24 horas	No se realiza*		
Escurrimiento de la paja	6 arpillas	15 min. antes de meter a tratamiento térmico	3/4 paca	30 min.	En el caso del método en agua caliente la paja se mete seca y se deja escurrir y enfriar antes de sembrar.
Tratamiento térmico	3 arpillas en un tinaco de 200 lts. esto es igual a una paca.	60 min.	3 porciones, 3/4 de paca en un tinaco de 100 lts de agua.	45 min.	
Siembra,	para 3 arpillas, 120 gms.:		150 gms. de cal y yeso 3:1		
Ajuste de pH.	80 gms de cal, 40gms. de yeso.				

* Este es uno de los errores mas grandes que hay que remarcar, pues al meter la paja seca y sucia tal como viene del campo es arriesgarse a todo, muchos productores lo hacen por ahorrar tiempo, además de todo al meterse la paja seca al agua caliente esta no alcanza a absorber la humedad requerida por lo menos en el caso del trigo.

El tratamiento térmico es el medio a través del cual se elimina del sustrato todo microorganismo que pueda competir con el micelio del hongo, no se trata de una

esterilización ni una pasteurización como algunas personas lo entienden la temperatura a la que se hace el tratamiento térmico debe ser a 80°C pues se corre el riesgo de desnaturalizar la paja esta desnaturalización consiste en la alteración química del sustrato, además de que los azúcares disueltos en el medio se hacen más accesibles a otros microorganismos contaminantes que los pueden consumir con mayor facilidad, aparte de esto a temperaturas mayor de 90°C se liberan sustancias como ácidos fenólicos e incluso amoníaco que inhibe el desarrollo del micelio.

En los siguientes cuadros 4.5 y 4.6 se determinan los factores que influyen en cada uno de los tratamientos, las características principales que hay que tomar en cuenta al utilizar tal o cual método, así como los posibles problemas que se pueden presentar y como evitar o reducir su incidencia.

Referente al aspecto económico de estos dos métodos se puede considerar que el más costoso es el sumergido en agua caliente ya que se utilizan 400 lts. por paca, los cuales tardan en calentar hasta 50 minutos para llegar a la temperatura deseada y posteriormente son 45 minutos para obtener un rango de seguridad, utilizando normalmente un tanque de gas de 20 kilos para esterilizar 4.5 pacas, mientras que el método de vapor con ese mismo tanque sirve para 6 pacas y su gasto de agua es de 120 lts por paca, la desventaja de utilizar vapor es de que no se puede asegurar que la temperatura se mantenga a 80°C durante la hora y media que tarda el tratamiento. El método más utilizado en la región es el de agua caliente por considerarlo más seguro, sin embargo, habría que pensar en la problemática del agua en el D.F., y por esto debe considerarse un aprovechamiento integral de este recurso por lo cual se propone la elaboración de compostas y el cultivo de huertos familiares.

En las dos técnicas antes mencionadas no existen muchas variantes, sin embargo muchas veces el agua se deja hervir o bien se le da un tiempo excesivo al vapor, ocasionando problemas de contaminación, los microorganismos más vistos en la región son el Penicillium, Neurospora crasa y Trichoderma, este último es el más agresivo ya que causa daños directamente al micelio y se da cuando la paja ha

sido sometida a temperaturas muy altas, ya sea con agua caliente o vapor y cuando se alarga el tiempo indicado del tratamiento.

CUADRO 4.5

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA APLICACION DE VAPOR AL SUBSTRATO

FACTORES QUE INTERVIENEN	CARACTERISTICA GENERAL DEL METODO	POSIBLES PROBLEMAS	SOLUCION
TEMPERATURA	La temperatura dentro del tinaco no se distribuye homogéneamente al sustrato, sino que las partes de abajo se calientan primero y posteriormente las de arriba por lo cual el tiempo de tratamiento se mide a partir de que el sustrato superior este caliente, esto generalmente sucede a los 30 a 35 minutos y se deja una hora, las temperaturas alcanzadas pueden llegar hasta los 100°C en la parte baja del tinaco.	Desecación del sustrato. Desnaturalización de la paja por un exceso en el tiempo de exposición al vapor.	No meter la paja muy escurrida. Meter la paja una vez que se este produciendo vapor. No dejar la paja mas tiempo del debido.
HUMEDAD	La humedad retenida por el sustrato va a depender de sus características físico y químicas del sustrato y el tiempo de remojo generalmente es de 24 horas.	Un exceso o falta de humedad, provoca que el micelio no se desarrolle adecuadamente y sea sensible a contaminarse.	Cuando la planta tiene un exceso de humedad debe apilarse y dejar que escurra antes de sembrar hasta que la humedad sea adecuada. Debe tomarse en cuenta las características física y químicas del sustrato.

CUADRO 4.6
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL SUBSTRATO TRATADO CON AGUA CALIENTE

FACTORES FISICOS	CARACTERISTICA GENERAL DEL METODO	POSIBLES PROBLEMAS	SOLUCIONES
CONTROL DE TEMPERATURA	La temperatura alcanzada por el agua es uniforme en todos los estratos y esta puede ser regulada controlando la fuente de calor.		Es necesario regular nuestra fuente de calor para que no se rebase la temperatura.
HUMEDAD	La humedad retenida por el substrato depende del tiempo en que éste se encuentre en el agua y las características del substrato de que se trate.	Posible lavado de nutrientes si se rebasa el tiempo recomendado para el tratamiento.	Al meter el substrato seco, la paja puede no absorber la humedad requerida

4. Escurrimiento de la Paja.

El tiempo de escurrimiento es una actividad que se realiza posterior al remojo de la paja en el caso del método de vapor o bien posterior al tratamiento del substrato en agua caliente su importancia radica en retirar el exceso de agua del substrato y dejar la requerida para el desarrollo del micelio que requiere una humedad del 80% en el caso del tratamiento con agua caliente la paja se mete seca lo cual es un error, ya que el tiempo que se le dá, no alcanza remojar completamente al substrato, quedando bajo el porcentaje de humedad, en el caso de la paja de trigo su estructura es muy cerosa lo cual impide su humectado, siendo este el substrato que más se utiliza.

Debe considerarse también el tiempo de escurrido, puesto que dejarlo toda la noche implica dar ventajas a que se establezcan microorganismos que pueden competir con el micelio, al siguiente día, en el caso del tratamiento a vapor el

dejarlo escurrir toda la noche provoca que se reseque más fácilmente el sustrato. El tiempo adecuado varía entre 20 y 30 minutos según el método de tratamiento térmico.

5. Shock Térmico

El shock térmico es una actividad que ha dejado de utilizarse, por el alto consumo de agua que se utiliza y por los problemas de contaminación que esto ocasiona por no asegurar la asepsia de ésta, aparentemente la suspensión de esta actividad no repercute en la producción, puesto que se tiene resultados, pero esta actividad debe evaluarse, por ser una medida que asegura un mejor control de contaminantes.

Para esta actividad el tiempo que se reporta con más frecuencia es de 15 a 30 minutos, siendo un tiempo muy largo, puesto que el objetivo de esta actividad es cambiar en forma brusca la temperatura, el tiempo ideal es de 3 a 10 minutos, sin embargo, esto incrementa el gasto de agua, ya que al meter los costales en el agua fría, ésta se calienta rápidamente, y hay que cambiarla constantemente, para que no disminuya su efecto.

6. Selección de la Paja en el Momento de la Siembra.

La limpieza de malezas y semillas si no se realizó antes del tratamiento térmico, lo hacen en el momento de la siembra, con la finalidad de separar maleza, principalmente verde, semillas o paja manchada, que pueda provocar alguna contaminación al sustrato, y va junto con otras prácticas como son el agregado de cal y yeso y el llenado de la bolsa. El tiempo que se destina a la selección de la paja, depende directamente de la cantidad de sustrato y de la limpieza o pureza de la misma, generalmente se hace una selección especial durante los primeros 5 a 20 minutos y posteriormente esta se sigue realizando durante la siembra.

7. Siembra

El tiempo que se le dedica a la siembra es el que tardan en seleccionar la paja, agregar la cal y el yeso para equilibrar el pH y el llenado de la bolsa depende directamente de la cantidad de sustrato, generalmente una persona sin experiencia

llena una bolsa de 60 x 90 cms con 6 capas de paja con un grosor de 10 cms, en 15 minutos, una persona con práctica llena la misma bolsa en 5 minutos.

8. Distribución de la Semilla en la Bolsa de Siembra

La cantidad del micelio utilizado en cada capa de paja, es medido de manera aproximada, agarrando con la mano un puño pequeño y distribuyendo de manera homogénea sobre la capa del sustrato, esta cantidad va entre 7 y 10 gramos, las instrucciones que tenían es aplicar el 5% del peso fresco del sustrato, para una bolsa de 6 capas, se lleva aproximadamente 60 gramos de semilla inoculada, en la parte superior de la última capa, se le agrega doble puño, la densidad del micelio es muy importante y debe tomarse muy en cuenta puesto que un exceso en micelio causa problemas biológicos dentro del sustrato y además eleva los costos de producción. En el cuadro 4.3, se muestra los diferentes criterios para distribuir el micelio en la capa el 58.33 % de las personas en Tláhuac lo distribuyen en los bordes mientras que el 41.66 lo distribuye del centro hacia los bordes en Contreras también coinciden en esta cifra, al respecto habría que tomar en cuenta la manera natural en que crece el micelio que es de dentro hacia afuera por lo que el aplicar el micelio al centro y a los lados es muy importante pues se evita que queden espacios vacíos y esto significa un riesgo de contaminación.

9. Número de Capas de Paja por Bolsa

El número de capas de paja que conforman la bolsa, varía de 4 a 6 capas, este último es el más utilizado a nivel comercial, cada capa tiene una altura de 10 cms más o menos, lo que la convierte en una bolsa de 50 a 60 cms, este tamaño la hace ideal para instalarla ya sea en anaqueles o bien incrustadas en los postes o brochetas, estos dos son los sistemas de cultivo más utilizados en esta zona, el peso fresco de cada bolsa varía según su preparación ya que hay personas que compactan la bolsa y otras que la dejan suelta compactando ligeramente la variación de peso entre estas bolsas fluctúa entre los 12 y los 16 kgrs. para una bolsa con 6 capas de 50 a 60 cm de altura la cantidad de paja en cada bolsa esta relacionada con la eficiencia biológica por lo que esta actividad influye directamente en la producción obtenida en un espacio determinado por el número de bolsas, teóricamente una bolsa compactada producirá más hongos que una

bolsa que no lo está, puesto que la eficiencia biológica está basada en el peso seco de la paja, por lo tanto al estar más compactado, entra más paja.

10. Compactado de la Bolsa

El compactado de la bolsa es una de las medidas en las que más se difiere cuadro 4.3, ya que algunos piensan que al compactarse la bolsa se está lastimando la semilla, sin embargo, esta medida si no se realiza va a dejar huecos de aire en los cuales puede establecerse microorganismos antagónicos (Zadrasil 1978) menciona que debe hacerse un compactado para que la semilla inoculada tenga mayor contacto con el sustrato y al mismo tiempo se eviten estos huecos, en la práctica se ha observado que la bolsa no compactada tarda más en invadirse y esta se reseca con mayor facilidad.

11. Inducción del Intercambio Gaseoso.

El intercambio gaseoso se induce al dejar escapar los gases producidos en la bolsa en un periodo de tres días , por lo general la mayoría de los productores lo hace de esta manera, al llenar la bolsa se deja intacta y a los tres días se pica para permitir escapar todos los gases acumulados y dejar entrar algo de oxígeno, mencionando que los agujeros deben ser muy pequeños para que la entrada de oxígeno no sea demasiado ya que el proceso de incubación se realiza con muy poco oxígeno, otras personas acostumbran hacer aberturas en forma de cruz de dos centímetros en la parte superior de la bolsa en cuatro puntos diferentes, el momento de hacerlo también sería algo que hay que investigar pues muchos productores piensan que este debe de realizarse al acabar de llenar la bolsa, puesto que al hacerlo a los tres días implica volver a mover las bolsas y utilizar mayor tiempo, (Muez O. 1996) menciona que la incubación es semianaerobia, lo cual implicaría un riesgo si se perforan el mismo día de la siembra.

12. Incubación

La incubación se lleva a cabo en ausencia de luz, en esto coincide la mayoría de los productores entrevistados en ambas delegaciones, solo uno contestó que la realizaba en presencia de luz, su duración varía entre los veinte y veinticinco días y

puede llegar a alargarse hasta los 30 a 35 días si no existe un control de la temperatura, el rango debe estar entre los 25 y 30 grados centígrados, cuadro 4.3.

13. Inducción para la Aparición de Cuerpos Fructíferos

Esta actividad se realiza posterior a la incubación lo que se hace regularmente es bajar la bolsa o bien perforar para inducir la aparición de los cuerpos fructíferos, sin embargo, debe de aclararse la importancia que tiene el conocer las características del material biológico en cuanto a las necesidades de temperatura, luz y ventilación que influyen directamente en la aparición del carpóforo. Los indicios de fructificación aparecen generalmente a los 5 u 8 días y pueden alargarse de 12 a 14 días por temperaturas bajas o altas, después de la incubación la presencia de chipotes es la señal para muchos productores (cuadro 4,3) de que se va a iniciar la fructificación, sin embargo esto es un indicio del mal manejo de las condiciones ambientales, como podría ser temperaturas muy altas, demasiado tiempo en incubación, o bien un exceso de semilla, lo cual provoca que se forme un cuerpo masudo en forma de chipote, la presencia de cabeza de alfiler, es la señal más clara y representan un mejor indicio de que el hongo se está formando.

La falta de instalaciones adecuadas y la aplicación de técnicas erróneas conlleva a una serie de problemas que se han visto en la práctica los cuales son la causa probable de la desaparición de productores por no llevar un control estricto de las medidas recomendadas; en el cuadro 4.7 se mencionan algunas de ellas su causa y una propuesta de solución.

Para que tenga éxito el hongo *P. ostreatus* entre la población rural del Distrito Federal debe verse como un cultivo rentable que les va a dejar dinero y el cual debe dedicarsele tiempo, cosa que no hacen los productores de esta zona que lo consideran como algo extra, también debe considerarse que se está produciendo un ser vivo que requiere de condiciones ambientales especiales para su desarrollo puesto que se encuentra en un ambiente artificial, por lo tanto se tiene que integrar los factores biológicos, humanos y económicos para tener resultados satisfactorios.

CUADRO 4.7
 PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN LA PRODUCCION DEL HONGO
Pleurotus ostreatus REPORTADOS EN LA ZONA

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
La paja queda muy seca a la hora de sembrar no tiene el peso que debe tener la bolsa normal.	La paja no se remojo lo suficiente o bien no alcanzó absorber el agua por la misma composición del substrato. Sucede generalmente cuando se hace tratamiento térmico en agua caliente y se mete la paja seca o bien cuando se alarga el tiempo normal en el tratamiento con vapor	Existen dos métodos para proporcionar humedad a la paja: Prefermentado, consiste en a apilar la paja y regarla varias veces durante el día, se hace en rastros los cuales absorben con gran facilidad la humedad como cebada y avena. Sumergido en agua durante 24 horas, se hace con la paja de trigo por su consistencia coreacia.
La bolsa se nota oscura, no emerge el micelio y se tarda más de 10 días en desarrollar.	Temperaturas bajas, fallas en el intercambio gaseoso, poco micelio agregado, o bien el micelio se saco del refrigerador el mismo día de la siembra.	Optimizar la temperatura de la incubación 25 a 30°C, picar la bolsa a los 3 días con un alfiler por todos sus lados.
Desarrollo del micelio en parte superior o inferior de la bolsa unicamente.	Deficiente intercambio gaseoso, contaminación por bacterias, exceso en la aplicación de cal y yeso .	Picar bien la bolsa por todos sus lados, cuidar el aseo de las instalaciones y del personal.
Atraso en la fructificación.	Puede ser causa del mal control de los factores ambientales.	Tomar en cuenta las características fisiológicas de la cepa, shock térmico, temperatura, humedad, aereación, etc.
Alargamiento del pie del hongo (éstipite).	Falta de luz	Control de la entrada de luz.
Enroscamiento del pileo o sombrero.	Aereación.	Ventilación natural o forzada.
Enchinamiento de los bordes.	El hongo ha llegado a su madurez.	Planeación del corte.
Deseccación de los bordes.	Falta de riego.	Instalaciones adecuadas.
Exceso de humedad y amarillamiento del hongo.	Riego mal controlado.	Planeación de los riegos.
No crecen los hongos u hongos muy pequeños.	Exceso de CO ₂ , falta de temperatura.	Ventilación.
No aparecen los hongos	Temperaturas bajas o	Reducir la ventilación

de la segunda oleada.	excesivo calor, falta de humedad.	cuando las temperaturas no sean altas.
<i>Penicillium</i> spp. Descripción moho de color verde limón que se desarrolla en manchones sobre la paja, el micelio blanco crece a su alrededor.	Tratamiento térmico mal hecho, exceso de humedad.	Se puede aplicar calor directamente en la mancha y así se controla.
Contaminación de otros hongos, hongo de color verde oscuro o anaranjado invadiendo la bolsa completamente aún en presencia de micelio.	<i>Trichoderma</i> spp o <i>Neurospora crasa</i>.	Desechar la bolsa a lugares lejanos o quemarla. Desinfectar instalaciones.

A continuación se presenta una análisis técnico del módulo de producción de San Juan Ixtayopan en donde se marcan las actividades realizadas en este módulo sistematizando la información para poder hacer una análisis tanto técnico como económico.

5. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL MÓDULO DE PRODUCCIÓN DE SAN JUAN IXTAYOPAN, DELEGACIÓN TLAHUAC.

Uno de los objetivos de esta investigación fue observar directamente el proceso que se realiza en la producción de hongo comestible, y determinar sus costos de producción. El módulo de producción de San Juan Ixtayopan es uno de los 12 visitado en delegación Tláhuac y el que reunía la mejores condiciones para llevar acabo este análisis.

5.1 Método .

Observación directa, visitas sistematizadas, se hizo un seguimiento de los procesos: tratamiento térmico, siembra, incubación y fructificación, así como cosecha, se determinaron sus costos de producción. se llevó un registro de producción por bolsa , las bolsas se etiquetaron desde el momento de la siembra con los siguientes datos: fecha de siembra, peso del substrato húmedo.

Se tomaron datos de 95 bolsas, correspondientes al período de siembra del 15 de octubre al 15 de noviembre, éstas se distribuyeron en el cuarto de producción tomando como referencia la primera columna de postes del lado derecho. En cada poste se pusieron 3 bolsas las cuales se numeraron en orden progresivo, según fueran saliendo de la sala de incubación (ver esquema 1).

Registro de datos: Se tomaron en consideración la fecha de siembra de la bolsa, la posición de ésta en el cuarto de cultivo, peso del hongo fresco del primer corte, días que transcurrieron de la siembra al primero, segundo, tercer y cuarto corte, (ver anexo 1), con estos datos se obtuvo la eficiencia biológica de cada bolsa, el número de días entre cada corte y la producción de hongo fresco.

5.2 Descripción de las Instalaciones.

- Cuarto de incubación y de siembra de 3 x 3 m.
- Dos anaqueles de 3 metros de largo por 1 de ancho y altura de 1.50 m, con dos entrepaños.
- Una mesa de 1.50 x 1.50 mts para siembra.

- Cuarto de fructificación de 9 x 8 mts , paredes de madera, techo de lámina de asbesto, con altura de 2.50 mts, equipado con 72 postes de tubular de 2.5 cms cada poste, que contiene 3 bolsas, lo que da una capacidad para 216 bolsas. El sistema de producción en brochetas o postes.

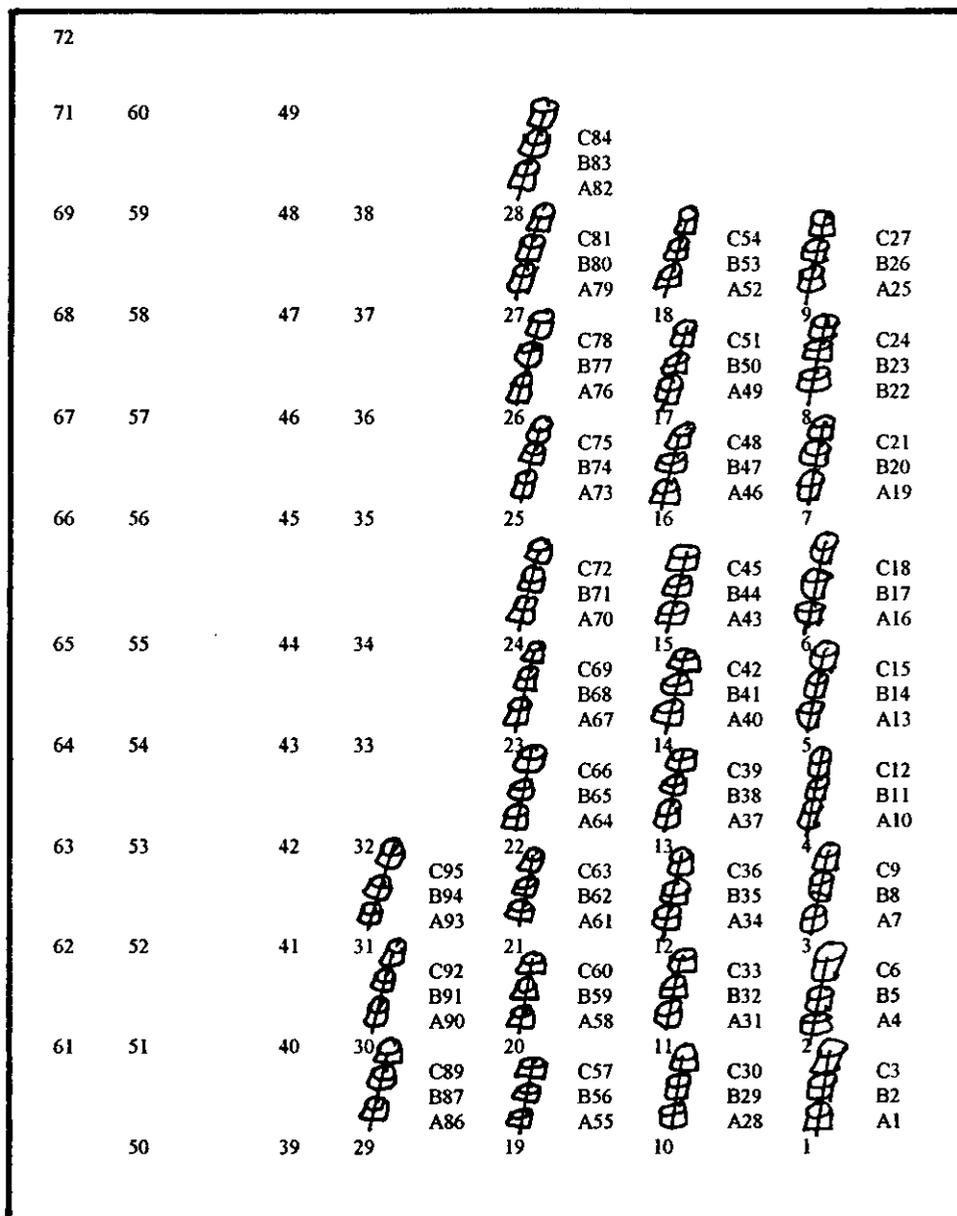
El tratamiento térmico se hace a la intemperie con un tambo metálico de 200 litros de agua y se usa leña para calentar.

5.3 Proceso Productivo.

1. Se pone a calentar un tambo metálico con 150 litros de agua agregando cal y yeso en proporción de 3:1 respectivamente 150 grs. de la mezcla.
2. La paca se secciona en 4 partes metiendo $\frac{3}{4}$ de la misma a tratamiento cada vez, esta actividad se realiza dos veces al día.
3. El tambo metálico se calienta con leña, la paja se mete inmediatamente después de que está caliente(aprox,80°C), lo que ocurre a los 50 minutos posteriormente se le da 60 minutos más.
4. Una vez transcurrido este tiempo la paja se saca y se deja escurrir ya en el cuarto de incubación.
5. Al sacar la segunda tanda de paja, se procede a sembrar.
6. La bolsa se hace formando capas de paja de 15 cms en su interior en cada una, se distribuye 7 grs. de micelio de manera homogénea poniendo 14 grs, en la parte superior de la bolsa al ir llenando la bolsa se fue compactando de tal manera que se forma una bolsa de 60 cm de altura con 12 kg de peso.
7. La bolsa se colocó en anaqueles, con un 50% de luminosidad que es la que entra de manera natural.
8. Las bolsas se sacaron del cuarto de incubación hasta que estas estuvieron completamente blancas lo que ocurrió a los 35 días después de esto, se pasaron al cuarto de producción y se insertaron en los postes, tres bolsas por poste. (ver distribución en el esquema 1).
9. A los 5 días después, o bien cuando empezaron a salir los primordios se rasgo la bolsa en forma longitudinal para dejarlos salir.

ESQUEMA 1 DISTRIBUCION DE LAS BOLSAS EN EL CUARTO DE PRODUCCION
 MODULO 5. SAN JUAN IXTAYOPAN

47 Bis



10. Se regaba por la mañana y por la tarde diariamente con un sistema de aspersión localizado en la parte superior con 6 aspersores distribuidos estratégicamente.

5.4 Actividades Realizadas

Los cuadros 5.8 y 5.9 muestran las actividades realizadas en el módulo de producción, el número de tratamientos térmicos por día de trabajo, número de pacas utilizadas y el número de bolsas sembradas, los datos con que se realizó el análisis económico del módulo corresponden a la producción obtenida, en la primera quincena del mes de octubre y la primera quincena del mes de noviembre de 1997 (ver anexo 1).

El número de bolsas producidas por semana no fue constante en el periodo del 14 al 17 de octubre se procesaron 6.5 pacas en la primera semana después 3.5, 9.5 y 7 respectivamente, lo que dio como resultado 95 bolsas y un promedio de 6.6 pacas sembradas por semana.

El cuadro 5.9 nos muestra las actividades que se siguieron realizando después del periodo de estudio en el momento en que se realizó el análisis de los datos estas bolsas no habían fructificado.

El método de trabajo utilizado en este módulo es el que utiliza la mayoría de los productores de la zona en la Delegación Tláhuac,

En este caso existen cuatro factores que afectaron la producción como son: las condiciones en que se realizó la incubación, el método de tratamiento térmico, las instalaciones de la sala de fructificación y las condiciones ambientales existentes.

En el primero de los casos la incubación se dió en un periodo de 45 días, los criterios que se tomaron para dejar las bolsas todo este tiempo, es que la bolsa debería estar completamente blanca (invadida por el micelio), mientras no se contaminara con otro tipo de microorganismos, la bolsa debería estar en el cuarto

de incubación. Las bajas temperaturas que se presentaron en estos días fueron la causa del retardo.

CUADRO No. 5.8
ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERIODO DEL
15 DE OCTUBRE AL 14 DE NOVIEMBRE 1997

MES OCTUBRE	TRATAMIENTO TÉRMICO		SIEMBRA
	No. VECES	No. PACAS	No. BOLSAS
DÍA			
14	0	0	0
15	1	0.5	2
16	2	2	7
17	1	1	3
*18	4	3	12
28	0	0	0
29	2	2	7
30	0	0	0
*31	2	1.5	6
NOV.			
1	4	3	12
2	0	0	0
3	1	1	3
4	1	1	3
*6	2	2	8
7	0	0	0
*8	3	2.5	9
11	2	2	7
12	2	2	7
13	2	2	7
14	1	1	3
15	1	0.75	3
TOTAL		26.5	99

*Semana trabajada, (los días que no se reportan se dedican a otras actividades relacionadas)

Segundo, en el tratamiento térmico se utilizó leña como combustible la cual no proporciona un calor uniforme, además de esto el agua se deja casi hervir, puesto que no se cuenta con termómetro para medir la temperatura y el control de la flama no se puede regular.

CUADRO 5.9
ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERIODO DEL
16 DE NOVIEMBRE DE 1997 AL 28 ENERO 1998

MES	TRATAMIENTO TÉRMICO		SIEMBRA No. BOLSAS
	No. VECES	No. PACAS	
NOV.			
21	2	1.5	6
24	2	1.5	6
DIC.			
9	2	1.5	6
10	2	1.5	5
11	2	1.5	6
13	2	1.5	6
15	2	1.5	6
ENERO			
6	1	0.75	3
7	1	0.75	3
8	1	0.75	3
10	2	1.5	5
14	2	1.5	6
15	2	1.5	6
16	2	1.5	6
20	1	0.75	3
21	1	0.75	3
22	1	0.75	3
23	1	0.75	2
TOTAL		21.75	84

Peso seco de la bolsa 4 kgs.

Peso húmedo 12 kgs.

Bolsas por paca 4.

Tercero en cuanto a la humedad retenida por la paja, el peso de paja seca en la bolsa es de 4 kg, y en húmedo de 12 kg. lo que representa un porcentaje de entre 67 y 70% de humedad, por lo que en algunas ocasiones se tiene que agregar agua hervida, a la paja tratada, esto se evitó humedeciendo la paja unas horas antes del tratamiento.

Las instalaciones de fructificación presentan una sola limitante, la entrada de corrientes de aire no controlada, no obstante no se observaron grandes problemas de contaminación las condiciones ambientales como temperatura y humedad

fueron muy bajas durante el período del estudio que correspondió a los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero lo que contribuyó también al retraso de la aparición de cuerpos fructíferos. Otro aspecto fue la organización para el trabajo, no hubo continuidad en la producción, pueden verse los cuadros 5.8 y 5.9, el número de tratamientos térmicos y la siembra de bolsas por semana no es constante.

5.5 Análisis de la Producción

En los cuadros 5.10 al 5.15 se analiza la producción obtenida del 4 de diciembre al 19 de enero de 1998, esta se obtuvo 60 días después de que se sembró la primera bolsa y se dió en 5 oleadas, en la gráfica 5.1 las barras centrales indican como la producción se estandarizó a partir de la segunda oleada, la producción obtenida se dió de la siguiente manera: 11.581 kg., 40.831, 32.475, 30,386, 30,032 kg., respectivamente. El período de incubación de las bolsas se alargó entre 20 y 30 días más de lo normal, sin embargo los resultados son satisfactorios si se considera que la producción es escalonada, lo cual indica que puede mantenerse un rango de producción como lo indican las cifras anteriores, con un promedio de 33 kg., de hongo fresco por semana, siempre y cuando haya una continuidad en el trabajo.

CUADRO 5.10
PRODUCCION

PERIODO DEL 4 AL 10 DE DICIEMBRE 1997

	CORTES (KILOGRAMOS)				SUBTOTAL
	1	2	3	4	
Número de bolsas	10				11.581
Kilogramo por corte	11.581				
Promedio kg/bolsa:	1.05				

CUADRO 5.11
PRODUCCION

PERIODO DEL 17 AL 28 DE DICIEMBRE 1997

	CORTES (KILOGRAMOS)				SUBTOTAL
	1	2	3	4	
Número de bolsas	27	23	4		40.831
Kilogramo por corte	26.540	12.940	0.805		
Promedio kg/bolsa:	1.02	0.979	0.201		

CUADRO 5.12
PRODUCCION

PERIODO DEL 5 AL 9 DE ENERO DE 1998

	CORTES (KILOGRAMOS)				SUBTOTAL
	1	2	3	4	
Número de bolsas	24	18	13	3	32.475
Kilogramo por corte	19.080	8.575	4.315	0.505	
Promedio kg/bolsa:	0.795	0.453	0.331	0.168	

CUADRO 5.13
PRODUCCION

PERIODO DEL 12 AL 19 DE ENERO DE 1998

	CORTES (KILOGRAMOS)				SUBTOTAL
	1	2	3	4	
Número de bolsas	25	18	14	3	30.386
Kilogramo por corte	18.730	8.156	3.130	0.370	
Promedio kg/bolsa:	0.749	0.453	0.223	0.123	

CUADRO 5.14
PRODUCCION

PERIODO DEL 20 AL 28 DE ENERO DE 1998

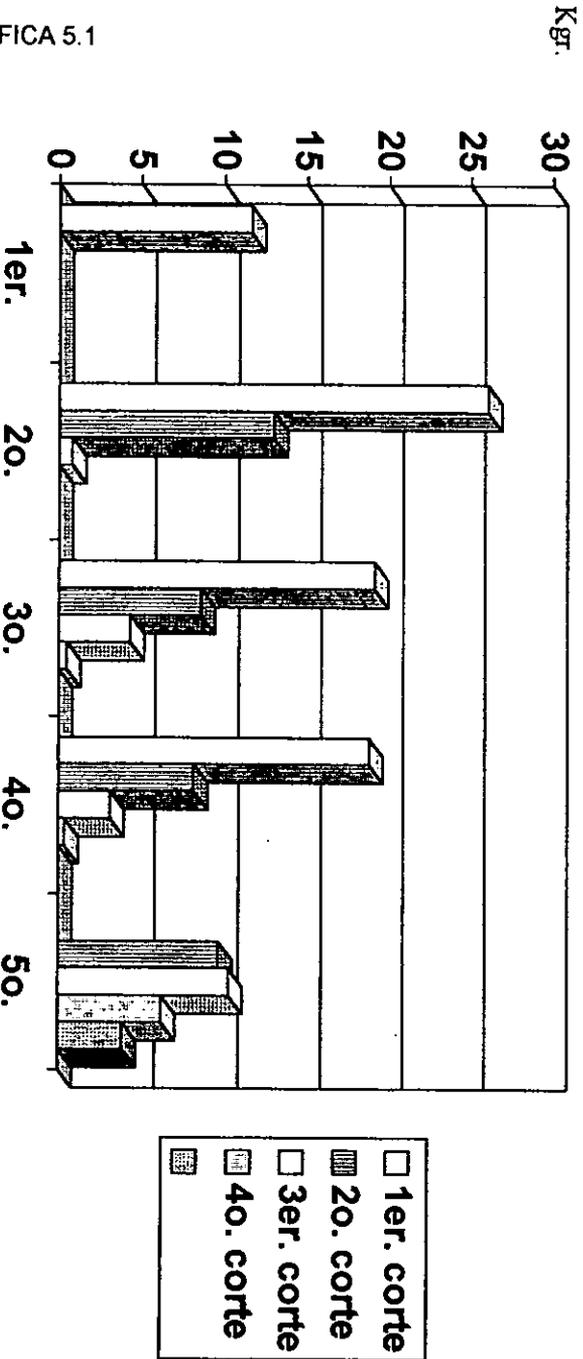
	CORTES (KILOGRAMOS)				SUBTOTAL
	1	2	3	4	
Número de bolsas	10	16	18	11	30.032
Kilogramo por corte	9.625	10.235	6.240	3.802	
Promedio kg/bolsa:	0.962	0.639	0.346	0.345	

CUADRO 5.15
PRODUCCION TOTAL

	CORTES (KILOGRAMOS)				TOTAL
	1	2	3	4	
Número de bolsas	96	75	35	17	96
Kilogramo por corte	85.056	39.906	14.490	7.732	144.182
Promedio kg/corte	0.886	0.532	0.414	0.278	1.50

PRODUCCION DE HONGO SETA EN EL MODULO DE SAN JUAN
IXTAYOPAN REGISTRADA POR OLEADA DEL

4 de Diciembre al 28 Enero de 1998



GRAFICA 5.1

5.6 Análisis Económico

Debido a la discontinuidad que se dio en la producción de bolsas y a los efectos ambientales explicados hojas atrás, se consideró para fines del análisis económico una producción mensual de 144.18 kg. de hongo.

CUADRO 5.16
COSTOS DE PRODUCCIÓN

CONCEPTO	UNIDAD	CANT/SEM	P.UNIT.	SEMANAL	MENSUAL
Mano de obra	Semana	4	210.00	210.00	840.00
Paja	Paca	7.8	13.00	86.125	344.5
Micelio	Kilo	1.425	12.00	17.00	68.40
Bolsa	Kilo	1	14.00	14.00	56.00
Leña	Kilo	15	1.00	15.00	60.00
Varios				10.00	40.00
				352.12	1408.9

COSTO BENEFICIO DEL MODULO

PRODUCCIÓN MENSUAL				95 Bolsas
Producción Mensual	Precio de venta/Kg.	Valor de la Producción	Costo de Producción	Ganancia Neta
144.18 Kg.	16.00	2,306.80	1408.9	897.9
Rendimiento Unitario/bolsa				1.50
Costo de producción/kg.				9.77
Costo beneficio				1.63

La producción se obtuvo en 5 períodos de corte y el promedio de cada uno fue de 28.83 kg, el hongo se vendió a \$16.00.

De acuerdo a este análisis se hacen las siguientes reflexiones:

- El módulo puede crecer y aumentar sus ganancias si se mantiene una producción constante y un mejor control de los factores ambientales.
- El tamaño de módulo propuesto puede ser rentable si es trabajado por una sola persona en forma adecuada.
- Se obtuvo un rendimiento unitario por bolsa de 1.50 lo cual está muy abajo de lo reportado por la bibliografía, para paja de trigo, pues lo marcan con una

- eficiencia biológica del 100% y la eficiencia biológica en este caso estuvo por abajo del 50 %.
- El costo de producción por kilogramo producido fue de 9.77 lo que da un costo beneficio de 1.63, esto quiere decir que de un peso invertido se obtiene 63 centavos lo cual representa un buen margen de ganancia.
 - El promedio de bolsas al mes es de 95 y presentan el 43 % de la capacidad instalada del cuarto de fructificación lo que indica que este espacio puede ser rentable produciendo de manera constante esta producción.
 - El margen de ganancias netas fue de \$ 897.9 mensuales independientemente del pago de mano de obra, esto quiere decir que el cultivo podría pagar a un peón con salario mínimo (\$210.00) y tener ganancias libres para el productor, sin embargo debido a la carestía de la vida estas ganancias no son significativas, por lo que no se recomienda el tamaño del módulo.

Por otro lado se observó que el cultivo tiene gran adaptación a condiciones extremas de temperatura, humedad, aireación, pero un nulo control de estos factores puede ser la causa de la repentina desaparición de productores así como la falta de una planeación en la producción ocasiona que haya una pérdida económica importante, en este caso la falta de constancia y el atraso en obtener producción redujeron el margen de ganancias.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del cuestionario aplicado a los productores nos indican que son personas que tienen muy poca experiencia en el cultivo, se podría pensar que el número es muy reducido sin embargo la situación real así lo marca no existen productores de hongos ni tampoco un esfuerzo real por promover este sector, los cursos de capacitación sin una logística no están siendo eficientes, carecen de recursos como serían instalaciones adecuadas, en donde se pueda enseñar al productor de manera práctica el control de todos los factores que intervienen en la producción, una vez que los productores sean bien capacitados se le pueden dar las opciones para producir a nivel casero o bien de manera comercial, puesto que ésto ha sido un error de nuestras autoridades al pretender capacitar al campesino, pensando en una auto producción, para satisfacer sus necesidades familiares, cuando la situación económica en estos momentos exige de otros satisfactores que se tienen que adquirir con dinero, por lo que estas alternativas no funcionan ya en la actualidad.

En el análisis que se hizo del módulo de San Juan Ixtayopan, a pesar de todos los factores adversos que se tuvieron se demostró que este módulo es rentable, puesto que deja un ingreso para el dueño, el cual puede mejorarse, si se utiliza un tamaño más grande y se optimizan las condiciones que requiere para el cultivo del hongo, en base a un programa de trabajo mas elaborado y bien planeado.

Por lo tanto, esta actividad puede ser una buena alternativa de producción que beneficiaría a los productores del Distrito Federal, si se fortalece el sector en base a una buena capacitación que borre todos los errores que se están cometiendo en la actualidad como ese hermetismo que se tiene entre los productores al negarse a intercambiar información, conocimientos y experiencias que fortalecerían al sector y al productor; el apoyo de las autoridades además de la capacitación debe ser en aspectos como la comercialización y la organización de productores, para así poder optimizar las pequeñas unidades de producción que caracteriza las zonas agrícolas del D.F.

Con el objeto de ubicar la condiciones en las que se debe trabajar y el grado de tecnificación de la zona de estudio, se presenta a continuación el cuadro 6.17 en donde se marcan las etapas críticas del proceso productivo del hongo *P. ostreatus*, en

el se analizan los factores que influyen directamente en la producción del hongo, como son los biológicos, las decisiones humanas y los aspectos económicos.

Las etapas críticas del proceso productivo se definieron como aquellas acciones cuyo control y manejo adecuado, van a ser importantes para la obtención del producto y rentabilidad de la empresa.

El proceso productivo del cultivo de hongo *P. ostreatus* se dividió en siete etapas para su análisis y discusión estas son: selección del sustrato, tratamiento térmico, material biológico, siembra, incubación, fructificación y cosecha, cada una de éstas es importante por lo cual el cultivo del hongo debe verse como un sistema interactivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuestionario del cuadro 4.3 y comparando las etapas en las que se dividió el proceso productivo (cuadro 6.17), se vió que de alguna forma estas actividades se llevan a cabo de manera aproximada, por no tener la infraestructura requerida en la mayoría de los módulos de trabajo de la zona de estudio, además se puede ver que el proceso productivo se basa únicamente en las etapas 1. selección del sustrato, 2. tratamiento térmico, 4. siembra, 5. incubación y 6. fructificación, y no todas ellas se llevan a cabo de manera eficiente, porque existen diferentes criterios entre productores, éstos deben de aclararse para tener una mejor perspectiva, del cultivo.

Por lo tanto la capacitación de los productores en la zona debe basarse en dos aspectos: 1. Apoyar al campesino con capacitación adecuada basada en experiencias prácticas con infraestructura necesaria para producir de manera eficiente, 2. La generación de recomendaciones técnicas en diferentes aspectos del cultivo para la zona de estudio; por tal motivo se hace una discusión de estas etapas de acuerdo al orden que siguen en el cuadro 6.17.

1 Selección de la Paja o Sustrato.

El proceso productivo llevado en la región está basado en la utilización de la paja de trigo como sustrato, la obtención de éste se hace por lo general en las forrajerías, las cuales se abastecen de las regiones cercanas al D. F., Edo. de México y Morelos como Chalco, Felipe Neri, Jilotepec en Mor., entre otras.

CUADRO 6.17
ANÁLISIS DE LAS ETAPAS CRÍTICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL HONGO *Pleurotus sp.*

ETAPA CRÍTICA DEL CULTIVO	FACTORES		
	BIOLOGICOS	HUMANOS	ECONOMICOS
1) Selección del sustrato	<p>Rastrojo utilizado</p> <p>Propiedades físicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Contenido de humedad * Contenido de aire o grado de compactación * Tamaño de las partículas del sustrato porosidad. * Intensidad de intercambio gaseoso <p>Propiedades químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Composición del sustrato carbohidratos, polisacáridos, lignina, nitrógeno, proteínas, minerales. pH relación C/N 	<p>* Limpieza y selección del sustrato</p> <p>Selección del método de tratamiento, tomando en cuenta las características biológicas del sustrato.</p>	<p>costo de mano de obra</p> <p>Costo del sustrato.</p>
2) Tratamiento térmico	<p>Temperatura a la que se expone el sustrato y el método utilizado</p> <p>Sustancias químicas utilizadas como fungicidas, cal, yeso</p> <p>Capacidad de adaptación y resistencia de los microorganismos al tratamiento térmico</p>	<p>Control de temperatura exacta 70° A 80°c</p> <p>Instalaciones adecuadas</p> <p>Higiene</p>	<p>Costo de los combustibles, gas, leña, etc.</p> <p>Costo de equipo, quemadores, tambos metálicos, arpillas</p>
3) Selección del material biológico (CEPA)	<p>Calidad del micelio</p> <p>Color del hongo</p> <p>Tiempo de incubación</p> <p>Número de cortes</p> <p>Forma de fructificación en racimos o solos</p> <p>Tamaño, resistencia a temperaturas altas o bajas</p> <p>Resistencia a enfermedades.</p>	<p>Manejo y conocimiento de los requerimientos ambientales.</p> <p>Almacenamiento del micelio</p> <p>Selección del proveedor</p>	<p>Una buena selección de la CEPA va a tener éxito en el mercado.</p> <p>Costo del micelio</p>
4) Siembra	<p>Control de humedad del sustrato.</p> <p>pH del sustrato</p> <p>Densidad de semilla</p>	<p>Cuidado de la limpieza e higiene de las personas que siembran</p>	<p>Mano de obra utilizada</p> <p>cantidad de sustrato utilizado.</p>

	inoculada. Distribución del micelio Diámetro de la bolsa Compactado de la bolsa	Limpieza del sustrato.	
5) Incubación	Temperatura manejo de la humedad, concentración de CO ₂ y O ₂ , no requiere luz, buena disposición de nutrientes. Selectividad del sustrato	Un buen control de los factores anteriores, evitarán una competencia con otros microorganismos.	Costo de las instalaciones
6) Fructificación	Inducción de primordios Desarrollo de Pleuomas*	Conocimiento de los requerimientos ambientales de la CEPA. Manejo adecuado de luz temperatura, humedad, intercambio de aire según las necesidades y etapas del cultivo.	Costo de la Cepa
7) Cosecha	Corte del Pleuoma	Manejo adecuado de los Pleuomas, cortados, clasificación por tamaño presentación del producto, conservación, refrigeración o secado.	Empaque Ubicación del mercado Presentación del producto. Comercialización

*Armando L. Ramirez Denomina pleuomas al cuerpo reproductor o fruto o carpofooro ya que no es un fruto ni es un cuerpo, se trata de una estructura reproductora y cuya finalidad es la producción de esporas para la perpetuación de la especie.

En este aspecto es necesario investigar nuevos sustratos provenientes de los rastrojos existentes en la zona ya que el uso de éstos optimizaría la producción y alentaría la participación del productor al ver una utilidad más de sus cultivos, para lograr esto es necesario clasificar las propiedades físico-químicas de los sustratos nativos, para determinar el tipo de tratamiento térmico adecuado a ellos, entre los rastrojos más interesantes se encuentra el del amaranto, avena, maíz, huazontle, frijol, cebada y cebada.

2. Tratamiento Térmico

Los métodos de tratamiento térmico empleados en la zona pueden ser eficientes si se genera mayor información con respecto a la optimización del equipo, control de temperatura y tiempo de exposición.

3. Selección del Material Biológico.

Esta etapa no está considerada dentro de ningún curso, por lo tanto la cepa manejada es aquella que le da el instructor o bien se la venden y en muchos de los casos no es ni siquiera el productor del micelio, sino intermediarios que la ofrecen, el origen de las cepas utilizadas en la región es desconocido para la mayoría de los productores, los cuales las conocen con el nombre general de *P. ostreatus* y *P. florida*, sus colores van del blanco para *florida* al café claro a café oscuro para el *ostreatus*, muchas de las especies de *Pleurotus spp* que se recolectaron por el Instituto Nacional de Investigaciones de los Recursos Bióticos INIREB se tienen en un cepario en diferentes instituciones de investigación como son el CP de posgraduados de Puebla, el Instituto de Ecología, A. C. de Jalapa,

Las cepas más manejadas por los productores de micelio son INIREB-8 como *pleurotus* e INIREB-4 como *florida*, otra son: *P. pulmonarius*, *P. Colombinus*. Cada proveedor tiene su propia simbología diferente a su origen por lo cual el manejo y las recomendaciones muchas veces viene de estas personas, en la mayoría de los casos estos no se hacen responsables de los resultados obtenidos por el productor manifestando que es el productor el que tiene un control sobre las condiciones ambientales en su invernadero, es importante en este aspecto ir generando información más detallada, sobre las cepas que se producen y se ofrecen a los productores tomando aspectos como características generales de las cepas (color, tamaño, número de cortes), adaptación a las condiciones ambientales, altas y bajas temperaturas y porque no resistencia a enfermedades para hacer un catálogo de cepas que se cultiven con éxito en esta región y eso queda en manos de los productores, también es indispensable que se tomen en cuenta todos los factores de las etapas críticas en base a un control más estricto, para que cada día se exija más a los productores de micelio y no evadan responsabilidades, ya que a medida que haya mejores productores estas personas se van a ver obligadas a tener mejor calidad y servicio. En el anexo 3 se presenta un listado de algunos proveedores de micelio. Una vez que se tengan buenos productores se podría pensar en la capacitación para producción de micelio.

4. Siembra de la Bolsa.

La siembra de la bolsa, es prácticamente la culminación de las etapas anteriores y el éxito de las posteriores, cuadro 4.3, no existen muchas variantes y si muchas dudas al respecto. La bibliografía marca que una bolsa debe tener un 3 a 5 % de micelio distribuido uniformemente para no dejar espacios vacíos debe ser compactada de manera que no queden bolsas de aire que impidan el desarrollo óptimo del micelio, la fase de incubación es semi anaerobia, la altura de la bolsa depende del sistema de cultivo y este a su vez de los factores económicos, el tamaño que se utiliza normalmente es el de una bolsa de 60 cms, el diámetro de la bolsa que se recomienda en la literatura es de 15 a 30 cm, la mayoría de los productores en esta zona utiliza bolsa de 60 x 90 lo que da un diámetro de 40 cm de ancho y esto al final de cuentas va a repercutir en la economía, por lo cual es indispensable que se genere información sobre estos aspectos en la zona de Xochimilco había un productor que tenía bolsas en tubo con un espesor aprox. de 20 cms el mencionaba que tenía buenos resultados.

Por otro lado como en los casos anteriores es muy importante tomar en cuenta los factores humanos, limpieza del inmueble y del operador, vigilar las condiciones ideales para una buena siembra así como las recomendaciones técnicas de limpieza de la paja y el control del pH del sustrato.

5. Incubación.

Depende directamente de los factores ambientales que se les proporcione, la temperatura debe conservarse en un rango de 25 a 30 grados centígrados, la humedad es resguardada por la bolsa por lo que no hay que preocuparse, lo mismo sucede con la aireación que una vez perforada la bolsa como se ha indicado, el micelio se desarrolla normalmente ya que su crecimiento en esta etapa es semi anaerobio. De esta información se destaca la importancia de conocer el material biológico que hay en el mercado, por lo que hay que generar información de todos estos aspectos. Dentro de la planeación de las instalaciones debe considerarse un cuarto específico para este proceso que proporcione las condiciones adecuadas para este fin.

6. Fructificación.

Esta etapa comienza desde el momento en que aparecen los primordios hasta la maduración del hongo, para ello es necesario conocer las necesidades ambientales de las cepas o material biológico con el que se está trabajando, de tal manera que se pueda inducir este crecimiento. Entre los factores que influyen está la temperatura, la humedad, la aireación y la luz. Como las cepas que se manejan comúnmente en la región son *P. ostreatus* y *P. florida* vemos requerimientos diferentes (Zadrasil 1978) menciona que para inducir la fructificación en la cepa *P. ostreatus* requiere bajar bruscamente su temperatura hasta 9 grados centígrados durante dos días, para *florida* trabaja normalmente a 22 grados centígrados, lo mismo sucede con la cantidad de luz *florida* requiere un mayor porcentaje lo mismo que de aireación durante la etapa de inducción de cuerpos fructíferos (anexo 5), pero toda esta información debe adecuarse a la zona y con las cepas con las que se está trabajando, por otro lado en esta etapa se requiere llevar un control de registro en donde se pueda apreciar el número de cortes, los días que pasan entre cada corte, y la producción obtenida, así como el manejo adecuado de las condiciones ambientales del local y el control de riegos, esto nos llevará aún mejor conocimiento del material con el que se está trabajando (anexo 4).

7. Cosecha.

Los hongos deben alcanzar un tamaño de 8 a 16 cm, los hongos que no alcanzan estos tamaños son aquellos que pasan los 6 días su atraso puede ser causado por un mal control de las condiciones ambientales presentan una coloración brillante y secado del borde, el corte debe ser sesgado al borde de la bolsa, para que no se quiebren los hongos durante su traslado deben meterse a un balde de agua fría siempre y cuando al hongo le falte humedad. Otras experiencias nos muestran que no se debe de sobreponer más de 3 capas de hongo al envasar y mucho menos si estos tienen un exceso de humedad. La mejor manera de conservar estos hongos por más de una semana es en refrigeración de a 5°C en los supermercados se les pone una etiqueta de consumir antes de 15 días después de que estos fueron puestos a la venta, otras recomendaciones para tener una buena cosecha son:

- No regar directamente a las bolsas cuando hay hongo.
- Regar bien las bolsas un día antes del corte por la mañana y la tarde.
- Cortar hongos por la mañana

Si se requiere un riego a mediodía para controlar la temperatura este debe hacerse sobre el piso o bien en las paredes.

A continuación se propone un módulo de producción que puede ser utilizado en la región, la propuesta considera la unidad mínima rentable, un programa de trabajo y la evaluación económica, éste módulo puede ser trabajado por dos personas y podría funcionar como una unidad con la que el productor pueda participar en la formación de sociedades cooperativas.

7. PROPUESTA DE UN MÓDULO DE PRODUCCIÓN DE HONGO SETA

Como parte de este trabajo de tesis se presenta la propuesta de un módulo de producción de hongos seta *P. ostreatus* que responda a la necesidad de la población rural del D. F. de contar con proyectos de baja inversión adaptados a sus posibilidades y que lleguen en algún momento a ser una fuente de trabajo rentable para la familia.

El módulo está compuesto por secciones independientes para cada proceso como son:

- zona de tratamiento térmico,
- zona de sembrado,
- cuarto de incubación,
- cuarto de fructificación,
- zona de almacenamiento de pajas y
- almacén general.

El cuarto de fructificación está planeado para instalar 240 bolsas por mes con una producción de 60 bolsas a la semana, este módulo puede ocupar a dos trabajadores, que puede ser el propietario y algún miembro de su familia, con una producción de 126.6 kgs de hongo a la semana.

Se propone también un esquema de trabajo organizado, empleando la misma técnica para producir hongos que se ha venido utilizando durante años, pero poniendo énfasis en el control de todas las etapas críticas del cultivo que se han analizado.

Se presenta también un análisis económico que permita conocer cuál es el monto de inversión requerida para iniciar el proyecto en sus fases de preparación, ejecución, financiamiento, así como su rentabilidad.

7.1 Localización

Este proyecto está propuesto para la zona de conservación ecológica del Distrito Federal, aprovechando su ubicación con respecto a los estados aledaños de Morelos y Estado de México en los que se pueden surtir de la materia prima como son cebada y

trigo, así mismo dentro del D. F., está la Central de Abastos, en donde se puede comercializar el producto.

7.2 Tamaño.

Los factores que se tomaron en cuenta para determinar el tamaño del modelo son, en orden de importancia, demanda, comercialización, disponibilidad de la materia prima, disponibilidad de capital, disponibilidad de mano de obra, organización, tecnología y equipo disponible.

Para determinar la capacidad instalada se tomó en cuenta el número de bolsas producidas en un día de trabajo utilizando la técnica de la región y la experiencia de los productores, así vemos el siguiente cuadro.

CUADRO 7.18
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO AL NÚMERO DE TRABAJADORES Y AL EQUIPO UTILIZADO

Trabajadores Ocupados	Pacas por día	Utilización del equipo por día	Tiempo Utilizado	Bolsas Obtenidas/día	Tiempo Siembra	Equipo Requerido
1	1.5	2 veces	3 hrs.	6	3 hrs.	1 tanque gas, 1 quemador.
2	3	2 veces	3 hrs.	12	6 hrs.	2 tanques gas, 2 quemadores
3	6	4 veces	5 hrs.	24	8 hrs.	2 tanques gas, 2 quemadores
4	12	4 veces	6 hrs.	36	6 hrs.	2 tanques gas, 2 quemadores

Este cuadro está formulado de acuerdo a la experiencia de los productores de la zona, en el se observa el tiempo de trabajo y el número de personas ocupadas, la producción que se puede obtener y el equipo requerido, con estos datos se determinó la capacidad instalada de tres tamaños de módulo, los cuales se analizan económicamente en el cuadro 7.19.

Como se puede ver en la tabla el tamaño 1 con 120 bolsas, los costos de producción son muy altos casi igualando las ganancias, en un espacio de 6.6 x 7 mts, el costo unitario por bolsa es de \$17.75, también es el más alto, en el tamaño 2, trabajando 2 personas se aumenta la producción y el costo unitario de bolsa desciende a \$15.81, el tamaño 3, al haber una mayor productividad, el costo unitario por bolsa desciende hasta \$12.92, sin embargo este tamaño implicaría una mayor inversión en instalaciones y equipo, además tendría que modificarse la técnica de producción para el tratamiento térmico, y dedicar mayor tiempo al cultivo, por lo tanto el tamaño 2, se propone como el ideal para un

módulo de producción en el cual pueden participar 2 personas que pueden ser de la misma familia, teniendo una rentabilidad mínima de 1.56, lo que significa que por cada peso invertido se obtiene 56 centavos.

CUADRO 7.19
EVALUACION ECONOMICA DE TRES TAMAÑOS DE MODULO

			T A M A Ñ O					
			UNO		DOS		TRES	
Capital de trabajo	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad Mensual	Costo	Cantidad Mensual	Costo	Cantidad Mensual	Costo
Mano de obra directa	jornal	35.00	24	840.00	48	1,680.00	72	2,520.00
Materia prima								
Paja de trigo	Paca	13.00	30	390.00	60	780.00	120	1,560.00
Micelio	Kilogramo	14.00	8.4	117.60	16.8	235.00	33.6	436.00
Bolsa	Pieza	0.43	120	51.60	240	103.20	480	206.40
Cal	Kilogramo	1.00	4.8	4.80	9.6	9.60	14.4	14.40
Yeso	Kilogramo	1.00	1.2	1.20	2.4	2.40	3.6	3.60
Cloro	Litro	5.50	1	5.50	1	5.50	1	5.50
Gas	Tanque 20 l.	60.00	12	720.00	16	960.00	24	1,440.00
Gastos diversos				20.00		20.00		20.00
Total				2,150.70		3,795.70		6,205.90
Costo unitario/bolsa \$				17.75		15.81		12.92
Rentabilidad				1.35		1.51		1.70
No. bolsas/mes				120		240		480
Valor de la producción (\$12.00 kg)				240/\$2,880.00		480/\$5,760.00		880/\$10,560.00
Superficie del cuarto de fructificación				6.60 x 7 mts.		7 x 10 mts.		7 x 20 mts.

7.3 Oferta - Demanda del hongo

Existen muy pocos datos que indiquen la demanda, a continuación se citan datos expuestos por Martín Carrera investigador del Colegio de Posgraduados de Puebla, citados en el Congreso de Hongos comestibles celebrado en SEDAGRO Toluca, noviembre de 1997. "La producción comercial de hongos comestibles en el país es de aproximadamente 28,000 toneladas anuales el 93 % corresponde al champiñón (Agaricos), mientras que el 7 % a las setas (*P. ostreatus*). El monto anual de operaciones supera los 70 millones de dolares, generando alrededor de 15 mil empleos directos e indirectos, el cultivo de Shitake, apenas inicia, la balanza comercial del país para el periodo 1993-1995, fue notablemente deficitaria, ya que se importan más de

12,380 toneladas de hongo fresco y procesado con un valor de 4 millones de dolares*, datos tomados del Banco de Comercio Exterior.

El consumo per cápita es de 0.032 grs, lo que indica que no existe un consumo alto de este producto por falta de oferta, por tanto se considera que hay una gran demanda potencial en el Distrito Federal. En cuanto a competidores, cabe mencionar que a nivel nacional hay cinco grandes productores que son Hongos de México, Hongos Leben, Industrias Marvel, Provemex y Champimex, de la producción de éstas empresas, solo una es de exportación, Champimex, las otras cuatro cubren la demanda nacional, canalizando su producción a la Central de Abastos y de ahí distribuida a toda la república mexicana, en la actualidad hay brotes de productores en Guadalajara, Veracruz y Tlaxcala. (Leal 1997).

El precio del hongo *P. ostreatus*, varía entre 20 y 22 pesos al menudeo, aunque los mayoristas de la central de abastos adquirieron el producto a \$12.00 en noviembre del 97 en promedio.

7.4 Canales de Comercialización.

Los canales de comercialización del hongo más concurridos es el intermediario mayorista, ubicado principalmente en la Central de Abasto del D. F., estos a su vez distribuyen el producto a intermediarios detallistas que hacen llegar el producto al consumidor final a través de tianguis, mercados móviles, mercados públicos y recauderías, hay que mencionar que también en las grandes tiendas como Aurrerá, Comercial Mexicana, Superama se comercializa el hongo zeta, pero los principales proveedores de éstas son las grandes empresas como Hongos Leben y Hongos de México. En el caso de productores en pequeña escala, estos a su vez actúan como detallistas, al vender su producto directamente al público o clientes aledaños a sus instalaciones, obteniendo mejores ganancias y a la vez el cliente se beneficia con una mejor calidad en el producto y precio.

El hecho de que estos módulos de producción se conciben como una alternativa de producción para campesinos de las áreas rurales del Distrito Federal (Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Contreras, Xochimilco, Cuajimalpa, Alvaro Obregón), es porque en

estos lugares está difundido el consumo de hongo por lo que los productores pueden comercializar sus productos sin mayor problema. Otra alternativa de mercado son los restaurantes que se especializan en comidas chinas o cantonesas y que utilizan el *P. ostreatus* para preparar diversos platillos.

7.5 Disponibilidad de Materia prima.

El cultivo de hongo utiliza como materia prima el rastrojo de cultivos como trigo y cebada entre otros, la cercanía a zonas productoras de éstos facilita la obtención, sin impactar mucho en los costos.

7.6 Capital Inicial Requerido.

El capital de trabajo inicial está constituido por el capital de trabajo y la inversión del equipo requerida que suman \$10,240.70 (cuadro 7.23 y 7.24) para el tamaño del módulo 2, a este tendría que agregarse el de la obra civil que va a variar de acuerdo a los recursos con que cuente el campesino lo que indica, que si requiere de una inversión inicial importante, pero también es un cultivo que pronto recupera esos gastos, los cuales se ven con más detalle en el análisis económico.

7.7 Financiamiento

Se recomienda que sea con recursos propios, ya que utilizará todos los recursos naturales de su entorno, sin embargo, este proyecto de inversión es factible para solicitar un crédito en cualquier institución bancaria, adaptándolo a las necesidades y recursos de cada productor.

7.8 Ingeniería del Proyecto

7.8.1 Proceso de producción.

El proceso de producción está basado en la metodología de Martínez Carrera (1982), en el cual recomienda los siguientes pasos.

1. Selección del sustrato en este caso se recomienda la paja de trigo por ser la que más se ha trabajado.
2. Llenado de arpillas con la paja esta se sacude y se separan malezas

3. Tratamiento térmico sumergido en agua caliente a 80°C durante 45 minutos, agregar .150 gms. de cal y yeso en una proporción de 3:1, de esta mezcla se adiciona el 1 % del peso fresco del sustrato.
4. Escurrimiento de la paja 15 minutos hasta que el agua deje de escurrir.
5. La mesa de trabajo se desinfecta con cloro en agua al 10 %, se pone un plástico que cubra la mesa y se desinfecta con la misma solución, los sembradores deben observar las recomendaciones de higiene ya mencionados en la revisión bibliográfica. La paja se apila en la mesa de trabajo para proceder a sembrar.
6. Se utiliza bolsa comercial de 60 x 90 , las cuales se llenan formando capas de sustrato de 10 cm de grosor en el cual se va aplicar el micelio utilizando el 5 % en relación con el peso fresco del sustrato distribuyendolo homogéneamente por toda la capa, se forman 6 capas, el micelio utilizado por bolsa 70 gramos lo que corresponde a un 5 % del peso húmedo de la paja. cepas que se manejarán *P. ostreatus* de septiembre a enero y *P. florida* de febrero a agosto.
7. La paja debe compactarse de manera homogénea para que quede un peso de bolsa entre 12 y 15 kgs, meter a incubación.
8. A los 3 días después de sembrar debe picarse la bolsa con un alfiler por toda su superficie.
9. Meter la bolsa al cuarto de incubación en oscuridad total durante 25 días. Controlar la temperatura de 25 a 28° C.
10. Verificar las bolsas a los 10 días.
11. Sacar la bolsa del cuarto de incubación en la mañana para la cepa *P. ostreatus* que requiere de baja temperatura para iniciar fructificación . Esto se hará regando el cuarto de fructificación por la mañana al pasarse las bolsas en el caso de *P. florida* no será necesario.
12. A los 26 días picar la bolsa con la tabla de clavos por todos sus extremos.mantener humedad relativa cercana 95 %
13. A los 3 a 7 días después de picar la bolsa, vigilar la aparición de botones o cabezas de alfiler (primordios).
14. Vigilar el crecimiento de las fructificaciones, haciendo las perforaciones más grandes para que no se ahorquen los hongos, humedad relativa 80%.
15. Vigilar el crecimiento de los hongos, chequeando diario temperatura, humedad, intercambio de aire.

16. Cosecha, nunca se debe regar antes de cortar el hongo, si el hongo está muy seco, se debe sumergir en agua por unos instantes y después sacudir el exceso de agua antes de empacar.
17. No sobreponer más de tres capas de hongo en un mismo contenedor.
18. El producto se puede guardar en refrigeración a 5°C por una semana antes de venderlo.

7.8.2 Instalaciones.

1. Terreno solar de 500 metros
2. Bodega de paja
3. Area de tratamiento térmico
4. Cuarto de siembra
5. Cuarto de incubación
6. Cuarto de Fructificación.
7. Un pileta de 1.50 x 1metro o 3 tinacos de 200 lts.
8. Zona de composteo
9. Zona de cultivo.

7.8.3 Descripción de las Instalaciones.

Bodega para paja. Capacidad para almacenar 200 pacas (para 3 meses de trabajo). Dimensiones de 4 x 4 mts x 3 mts de alto. La bodega puede ser un tejado únicamente con paredes de plástico para evitar la humedad.

Area de tratamiento térmico. Es un lugar que bien puede estar a la intemperie dedicado especialmente para este proceso. El equipo que se va a necesitar en este lugar es:

- Una o dos homillas hechas con material que resguarde la temperatura como podría ser piedra o tabique.
- Quemador de gas uno o dos según el caso y necesidades.
- Un tanque de gas, y que su instalación abastezca dos quemadores.
- Un termómetro de alta temperatura (100°C)
- Canastillas o arpillas
- Una garrocha para meter y sacar la paja de los tinacos
- Dos tambos metálicos de 200 litros.

- Una pileta de 1 metro cuadrado o bien 3 tinacos de 200 lts.
- Una carretilla para traslado de la paja al cuarto de siembra.

Cuarto de siembra de 3.50 x 4 mts. El cuarto de siembra puede ser un lugar con paredes de plástico cuidando que este no permita la entrada de corrientes de aire, el piso debe estar bien apisonado y regado si es de tierra, y el equipo que debe tener es:

- Mesa de siembra, la mesa debe ser mínimo de 3 mts, de largo x 2.50 mts de ancho, la cual puede formarse con 10 tablas de 30 x 2.50 mts, montadas en algún sostén.
- Debe estar cerca del cuarto de incubación pero nunca ser parte de este ya que a la hora de sembrar se alterarán las condiciones ambientales de la incubación.
- Debe de contar con un área de escurrimiento para la paja, pueden ser tarimas.

Cuarto de incubación: Este debe tener condiciones especiales, puesto que se requiere conservar una temperatura mínima de 25°C, la humedad es la ambiental, no requiere de gran ventilación, por lo que se recomienda construirlo con materiales que guarden esta temperatura como podría ser tabique o similares que sean duraderos. En esta zona una de las plagas más destructivas en el período de incubación es el ratón de campo, por lo cual el cuarto debe ser lo más seguro, la cimentación debe ser de por lo menos 60 centímetros tener un firme y piso de cemento, sus dimensiones para el tamaño seleccionado es de 4 x 3 mts x 2.10 de altura, lo que nos da una capacidad de almacenamiento de 180 bolsas, el equipo con el que debe de contar es:

- Dos anaqueles de 3 mts x 1.20 de ancho con 3 niveles de 70 cm de altura entre cada uno con separación de 30 cm. del piso.
- Un anaquel de 1.60 x 1.20 mts de ancho. Estos pueden ser de madera o de metal .

Cuarto de fructificación. De 7 x 11 mts, este cuarto puede ser construido con diferentes materiales como plástico de invernadero, lámina de cartón, madera, etc. lo que hay que tomar en consideración es la duración del material, su costo y resistencia a los factores ambientales, a los cuales se va a ver sujeto por el cultivo del hongo, como son altos porcentajes de humedad relativa 80 a 90 %, debe guardar una temperatura de 16 a 24 °C, tener buena ventilación y a la vez debe estar bien protegida para evitar penetración de insectos y algunos otros animales como caracoles, gusanos, etc, que pueden atacar al hongo.

Características del cuarto de fructificación.

Cuarto de 7 x 11 mts, la ventilación debe ser superior para permitir la salida de aire caliente y permitir el intercambio de aire de manera natural o bien forzada, la altura del local mínima debe ser de 2.10 mts, la ventilación debe ser al máximo en periodo de fructificación. El piso puede ser de cemento, o bien de tierra apisonado con cal y encima una cama de tezontle con la finalidad de que este retenga la humedad del riego.

La humedad relativa debe ser arriba del 80 % durante el periodo de inducción de primordios esta se mide con un termómetro de bulbo húmedo. Las acciones para proporcionar esta humedad pueden ser riegos frecuentes al piso, riegos directos a la bolsa de preferencia en la mañana y en la tarde, paredes húmedas o techos húmedos, otro factor que se controla con esto es la temperatura la cual no debe ser mayor de 24°C en periodos de fructificación. La luz del cuarto debe estar a 60 % de luminosidad natural.

7.8.4 Sistema de Producción.

El sistema es en brochetas, utilizando tubular de 25 mm. de espesor.

- Especificaciones de la instalación en brochetas. Se entierran varillas de media de 60 cm de largo, dejando un espacio entre varillas de 60 cm. y entre hileras de 80 cm fijadas con cemento dejando asomar 20 cm. sobre el piso.
- Sobre estas varillas se embona el tubular de 25mm. de 2 mts. de altura.
- Al tubular se le hacen perforaciones a los 30 cm. para incrustar ahí el pedazo de varilla que va a sostener la primera bolsa posteriormente se hace dos perforaciones más dejando 70 cms. entre ambas de manera que sostenga 2 bolsas más.

El cuarto de 10 x 7 mts. tendrá 4 bloques con 2 hileras de 16 brochetas cada una, las cuales se distribuirá de la siguiente manera.

- Dos pasillos laterales de .80 m. cada uno
- Cuatro bloques con 32 postes cada uno. Distancia entre poste de 0.60 m. distancia entre hileras de .60 m.
- Tres pasillos de 1.00 m. entre bloques (ver esquema de distribución)
- Un corredor en la entrada de 1.40 mts.

La capacidad instalada es para 128 brochetas lo que permitirá tener una capacidad máxima de 384 bolsas, ver esquema No. 2, en la siguiente hoja.

Area de composteo. Esta área estará dedicada al composteo del sustrato agotado.

Método.

El sustrato agotado será apilado en hileras de 1 mts, de ancho por 1.0 de altura, la humedad del 70%. El cual debe ser removido cada 15 días por un período de 3 meses esta también puede intercalarse con abono animal de preferencia caballo, borrego o conejo, el cual acelerará la descomposición, las pilas deben de protegerse con plástico para evitar la pérdida de agua.

Zona de cultivo. Con el objeto de aprovechar los recursos de manera eficiente se propone esta área , porque en la producción del hongo se utiliza bastante agua, misma que es desechada, por lo que puede emplearse en un cultivo de hortaliza, y el sustrato agotado como abono para éste.

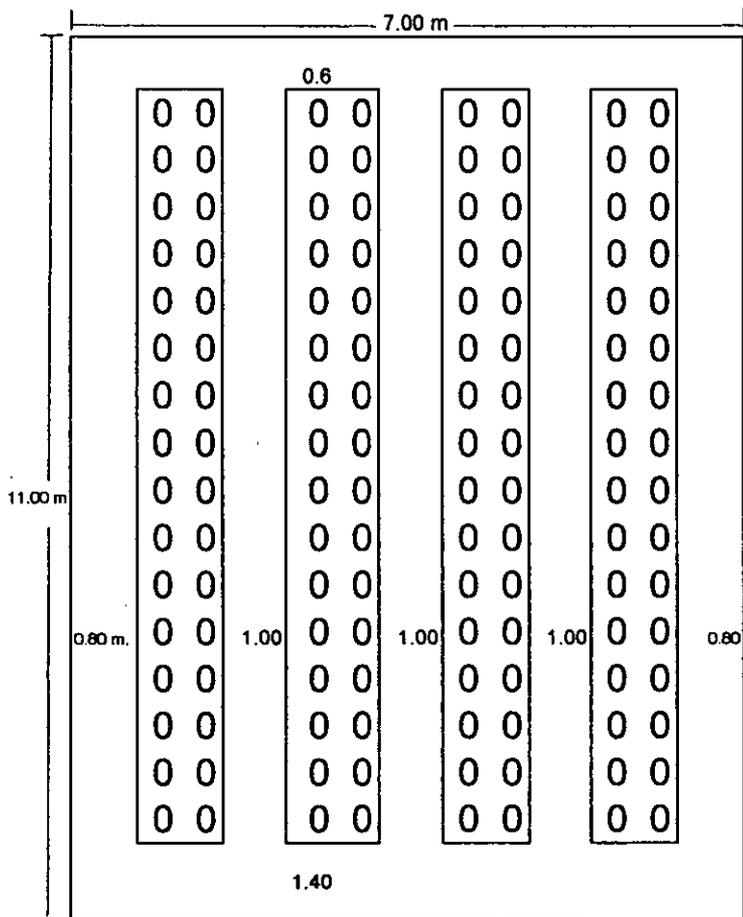
7.8.5 Material y equipo.

- 2 Quemadores de gas de alta combustión
- 5 Tambo metálico de 200 litros de agua
- 10 Arpillas de plástico para 50 kgs.
- 1 Termómetro de máximas y mínimas
- 1 Higrómetro
- 1 Termómetro de inmersión
- 1 pH metro
- 1 Bomba de agua de 1/2 caballo
- 1 Sistema de riego
- 1 Garrocha
- 1 Carretilla de mano.

7.8.6. Proyección de la Producción del Módulo.

Se producirán 12 bolsas diarias durante 5 días de la semana, utilizando para su tratamiento térmico el agua caliente a 80°C, proceso ya explicado, la producción semanal será de 60 bolsas, las que estarán en incubación por 25 días después se

ESQUEMA 2.

DISTRIBUCION DE POSTES Y PASILLOS
DEL MODULO PROPUESTO

sacarán y se llevarán al cuarto de fructificación, de esta manera en forma escalonada el cuarto se llenará hasta la sexta semana, lo cual permitira cosechar hasta el cuarto corte de las bolsas de la 1a. semana de siembra, manteniendo una producción constante, ver Programa de trabajo.

En el siguiente cuadro se dá una estimación de la producción promedio por corte obtenidas en el módulo de San Juan Ixtayopan comparadas con las reportadas por Jiménez Zilli 1994.

CUADRO 7.20
PRODUCCION POR OLEADAS

OLEADAS	SN. JUAN	P. OSTREATUS	P. FLORIDA
	IXTAYOPAN		
1	0.886	0.818	1.179
2	0.532	0.441	0.350
3	0.414	0.174	0.177
4	0.278	0.091	0.050
	2.11	1.524	1.756

Fuente: Jiménez Zilli, 1994.

La cepa utilizada en San Juan Ixtayopan es la *P. ostreatus* que presenta una semejanza con la reportada por Jiménez Zilli et al, por lo cual se toman estos datos para proyectar un programa de producción mismo que se presenta en el cuadro 7.21.

En este cuadro se ve que las primeras cuatro semanas hay un desembolso o inversión inicial, a la cual se le tendrá que agregar el costo de las instalaciones y equipos ya requerido. Sin embargo se ve también que en el primer mes de trabajo se obtiene 333.2 kg que si se vende al precio de \$12.00 se recupera el capital de trabajo del primer mes y para el segundo ya se empieza a recuperar la inversión.

Por otro lado se ve como una producción escalonada y constante aumenta el promedio de corte a la semana siendo de 109.92 kg en el primer mes y a partir del segundo de 126.6 kg por semana, esta producción se puede mantener por lo menos un año en los que se debe evaluar las condiciones higienicas y de mantenimiento de las instalaciones.

PROGRAMA DE TRABAJO

PROGRAMA DE TRABAJO
PARA LA PRODUCCION DE HONGO *Pleurotus ostreatus*

DIAS SEMANAS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74			
	1a. Sem	2a. Sem	3a. Sem.	4a. Sem.	5a. Sem.	6a. Sem.	7a. Sem.	8a. Sem.	9a. Sem.	10 Sem.																														
SIEMBRA																																								
INCUBACION																																								
INDUCCION A LA FRUCTIFICACION																																								
COSECHA																																								
LLENADO DEL CUARTO DE FRUCTIFICACION																																								
SACADO DEL SUSTRATO AGOTADO																																								

Simbología Término de la incubación

Período de cosecha

CUADRO 7.21
PROGRAMA DE PRODUCCION

Fructificación en kilogramos	S				E	M	A	N	A	S			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1er corte	0	0	0	0	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	
2o corte	0	0	0	0		31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	
3er corte	0	0	0	0				24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	
4o. corte	0	0	0	0					16.7	16.7	16.7	16.7	
Producción semanal.					53.2	85.1	85.1	109.9	126.6	126.6	126.6	126.6	
Producción mensual (kg)					333.3				506.4				
Valor de la prod./semana precio \$12.00					638.4	1,021.2	1,021.2	1,318.8	1,519.2	1,519.2	1,519.2	1,519.2	1,519.2
Valor total de la producción					\$ 3,999.6				6,076.8				

7.9 Análisis Económico

Se hizo con base a las siguientes rubros.

7.9.1 Inversiones

En este rubro se considera todos los bienes muebles e inmuebles necesarios para el funcionamiento del módulo, en este caso representado requisitado en el cuadro 7.22.

7.9.2 Terreno

Un solar de 500 m², no se considera su valor porque esta propuesta esta dirigido a personas que viven en el medio rural que cuentan con terreno de esta o más dimensiones.

7.9.3 Obra Civil

Se hará uso de materiales de la región y de acuerdo al ingenio del productor con las especificaciones ya marcadas en ingeniería del proyecto no es la intención de este trabajo presentar propuestas sobre materiales de construcción ya que las condiciones y los recursos de las zonas rurales del D. F., son diferentes.

7.9.4 Equipo

CUADRO 7.22
EQUIPO NECESARIO PARA EL PROYECTO

EQUIPO	Costo Unitario \$	Cantidad	Costo total \$
QUEMADOR DE GAS	100.00	2	200.00
TAMBO METALICO DE 200L	150.00	5	750.00
ARPILLAS DE PLASTICO 50 Kg.	10.00	2	20.00
TERMOMETRO MAX Y MIN.	300.00	3	900.00
HIGROMETRO	400.00	1	400.00
TERMOMETRO de INMERSION	100.00	1	100.00
pH METRO	300.00	1	300.00
BOMBA DE AGUA 1/2 PH	300.00	1	300.00
SISTEMA DE RIEGO	400.00	1	400.00
GARROCHA	50.00	1	50.00
CARRETILLA DE MANO	300.00	1	300.00
MESA	200.00	1	200.00
BASCULA	350.00	1	350.00
VARILLAS DE MEDIA PULGADA	30.00	8	240.00
BROCHETAS tubular 25mm/6mts	45.00	43	1,935.00
			6,445.00

Como puede verse de estos equipos tal vez los productores cuenten con alguno de ellos como sería los tambos, tanques de gas o arpillas.

7.9.5 Capital de Trabajo

Se llama capital de trabajo a los recursos que se utilizan para atender las operaciones de producción y distribución de los productos, el capital de trabajo de este proyecto se compone de costos variables, fijos y de administración, para fines de este módulo está compuesto por costos variables y costos fijos, la administración dependerá del productor.

Como se aprecia en el capital de trabajo, es el gas el que impacta mayormente en los costos, sin embargo estos costos pueden bajar al instalar un tanque estacionario, cabe mencionar que el capital de trabajo es el mismo para todos los meses.

CUADRO 7.23
CAPITAL DE TRABAJO MENSUAL

Concepto.	Unidad medida	Cantidad mensual	Precio unitario	Costo \$
Costos variables				
Paja	Paca	60	13.00	780.00
Micelio	kilogramo	16.8	14.00	235.20
Bolsa negra o transparente	pieza	240	0.43	103.20
Gas	tanque	16	60.00	960.00
Cal	kilogramo	4.8	1.00	9.60
Yeso	Kilogramo	1.2	1.00	2.40
Cloro	litro	1	5.50	5.50
Otros			20.00	20.00
Costos fijos				
Mano de obra	Jomal	48	35.00	1680.00
				3,795.70

7.9.6 Presupuesto de Ingresos

El módulo iniciará su producción con las siguientes cantidades:

CUADRO 7.24
PROGRAMA DE PRODUCCION

SEMANAL	CANTIDAD KILOGRAMO	CANTIDAD MENSUAL KG.
5a. Semana	53.16	
6a. Semana	85.08	
7a. Semana	85.08	
8a. Semana	109.92	333.24
9a. Semana	126.6	
10a. Semana	126.6	
11a. Semana	126.6	
12a. Semana	126.6	506.4

En este cuadro puede observarse que a partir de la 9a. semana la producción se establece y si se continúa con el mismo ritmo de producción, este puede mantenerse por un año ya que después de este periodo es recomendable parar, por lo menos un mes, para dar mantenimiento a las instalaciones, o si se presenta alguna plaga o contaminación también debe dejarse de producir, para llevar a cabo la desinfección de éstas.

7.9.7 Ingreso por Ventas

El precio de venta se estima en \$12.00 mínimo, lo que nos da un ingreso mensual de:

**CUADRO 7.25
PROYECCION DEL INGRESO POR VENTA MENSUAL**

MESES	PRODUCCION KILOGRAMOS	PRECIO DE VENTA \$	INGRESO POR VENTA \$
1	333.24	12	3998.88
2	506.4	12	6076.8
3	506.4	12	6076.8
4	506.4	12	6076.8
5	506.4	12	6076.8
6	506.4	12	6076.8
7	506.4	12	6076.8
8	506.4	12	6076.8
9	506.4	12	6076.8
10	506.4	12	6076.8
11	506.4	12	6076.8
12	506.4	12	6076.8

El costo de producción es de \$3,795.70, lo cual quiere decir que al segundo mes se obtiene una ganancia del 60%.

7.9.8 Determinación del Punto de Equilibrio.

**CUADRO 7.26
ESTADO CONDENSADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS MARGINAL AL PRIMER MES
DE PRODUCCION**

VALOR DE LA PRODUCCION	\$ 3,999.6
COSTOS VARIABLES	2,115.70
MARGEN DE GANACIA	1,883.90
COSTOS FIJOS	1,680.00
UTILIDAD	203.90

CUADRO 7.27
RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS MARGINAL AL SEGUNDO
MES DE PRODUCCION

VALOR DE LA PRODUCCION	\$ 6,076.80
COSTO VARIABLE	2,115.00
MARGEN DE GANANCIA	3,961.88
COSTOS FIJOS	1,680.00
UTILIDAD	2,281.88

El margen de ganancia es la diferencia que existe entre el valor de la producción y los costos variables, así en el primer mes hay una utilidad de \$203.90, sin embargo, hay que considerar que el margen de ganancia fue de \$1,883.90 de donde se paga la mano de obra \$1,680.30. Dentro de un proyecto de este tipo es muy importante ya que la mano de obra puede ser familiar.

En el segundo mes la producción (cuadro 7.28) se incrementa y la utilidad neta es de \$2,281.88, el margen de ganancia es de \$3,961.88, que corresponde a un buen ingreso para la familia, por lo cual se recomienda este proyecto.

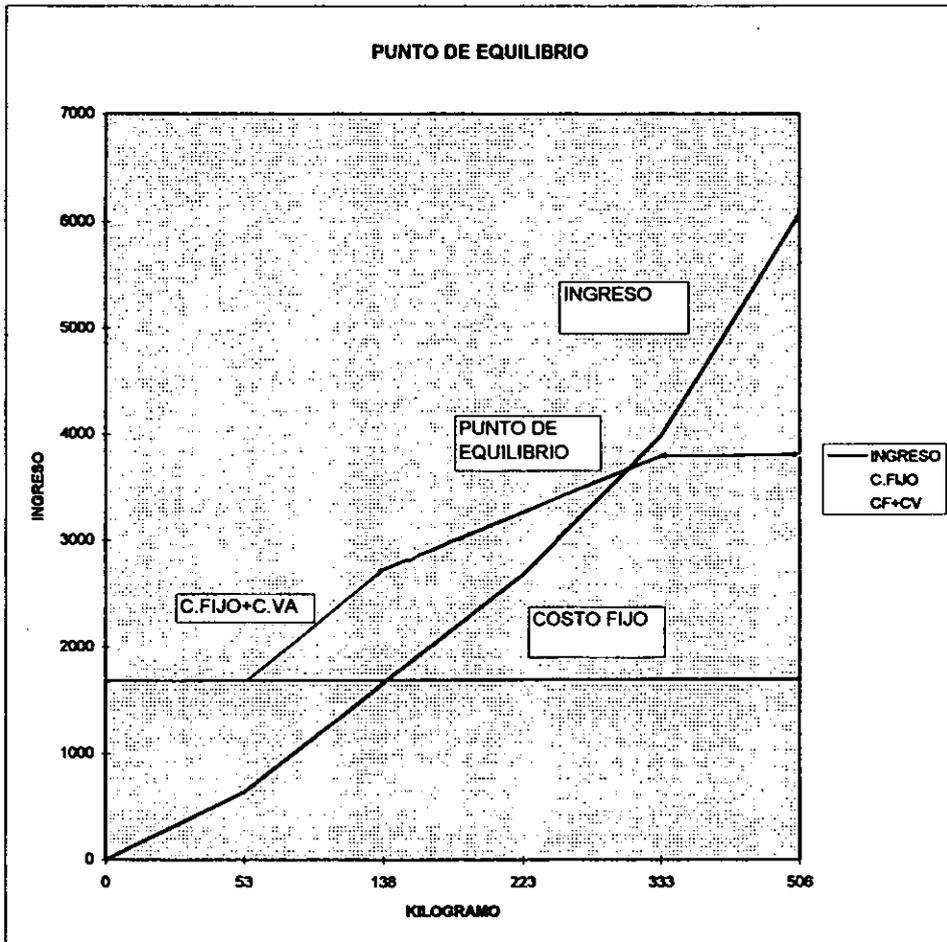
El punto de equilibrio económico se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$P.E. = \frac{\text{COSTOS FIJOS}}{1 - \frac{\text{COSTO VARIABLE}}{\text{INGRESO * VENTA}}}$$

$$PE = \frac{1680.00}{1 - 0.5291} = \$3,567.63$$

El punto de equilibrio se establece en \$3,567.63 que es la cantidad donde se igualan los ingresos con los costos, después de esta cantidad lo que se obtenga ya representa una ganancia, gráfica No. 7.2

GRAFICA 7.2



7.9.9 Análisis de Sensibilidad

Este proyecto fue planteado tomando como base una eficiencia biológica del 55.5%, que corresponde a 2.22 kg. de hongo fresco, promedio obtenido en el módulo de producción de San Juan Ixtayopan, sin embargo en la práctica y las menciones bibliográfica se consideran que este rendimiento es superior al 70 %, teniendo un buen control de todos los factores que se han mencionado, por lo tanto una bolsa de estas produce más de 3 kilogramos, lo que representaría que su eficiencia biológica puede incrementarse, además el precio de venta fue castigado y se evaluó a \$12.00 el kilogramo, precio obtenido en venta al mayoreo en la Central de Abasto en noviembre de 1997. En la actualidad es precio varía entre 20 y 25 pesos precio al consumidor según la temporada, en la Central de Abasto se compra a \$14.00 y 16:00 al mayoreo, sin embargo, debido a la demanda insatisfecha el producto, puede venderse a vecinos o en mercados locales en donde el hongo se paga a un precio mayor, dejándolo como última alternativa la Central de Abastos. En los cuadros 7.28 y 7.29 se manejan estas dos variantes, eficiencia biológica la cual influye directamente en el costo-beneficio y el precio del producto el cual aumenta las ganancias y la rentabilidad. Con estas variantes se predicen diferentes panoramas.

CUADRO 7.28
ANÁLISIS DE ESCENARIOS
EVALUACION DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA
Y SU EFECTO EN LA RELACION COSTO-BENEFICIO

Escenario	Eficiencia Biológica	Rend. de Producción/ Bolsa	Prod. Mens. de Bolsa	Prod. en Kilogramo	Valor de la Producción	Costo/Benef.
1	37	1.4	240	96	1,152.00	0.30
2	50	2	240	480	5,700.00	1.50
3	60	2.4	240	576	6,912.00	1.82
4	70	2.8	240	672	8,064.00	2.12
5	80	3.2	240	768	9,216.00	2.43
6	90	3.6	240	864	9,368.00	2.47

Costo por bolsa \$15.81
 Costo por kilogramo \$12.00
 Precio de venta \$12.00
 Costo de producción \$3,795.70

La relación costo beneficio está representado por dos dígitos separados por un punto el

primero representa la unidad de capital empleado (un peso) y la segunda el beneficio, a partir del escenario 4 se ve que el beneficio es equivalente e incluso supera al invertido en este caso la relación costo-beneficio es igual a 2.12 lo cual quiere decir que al restar la unidad de inversión tendremos un beneficio de 1.12. Esto se obtuvo a partir de la fórmula $R = 1 + U/C$ donde R es igual a la relación costo-beneficio, C = costos y U las utilidades,

CUADRO 7.29
PRECIO DE VENTA CON UN DESCENSO DEL 10 %

Precio de Venta	E S C E N A R I O S				
	1	2	3	4	5
	Eficiencia Biológica				
	50%	60%	70%	80%	90%
20.00	9,600.00	11,520.00	13,440.00	15,360.00	17,280.00
19.00	9,120.00	10,940.00	12,760.00	14,592.00	16,416.00
18.00	8,640.00	10,360.00	12,096.00	13,824.00	15,552.00
17.00	8,160.00	9,792.00	11,424.00	13,056.00	14,688.00
16.00	7,680.00	9,216.00	10,752.00	12,288.00	13,824.00
15.00	7,200.00	8,640.00	10,080.00	11,520.00	12,960.00
14.00	6,720.00	8,064.00	9,408.00	10,752.00	12,096.00
13.00	6,240.00	7,488.00	8,736.00	9,984.00	11,232.00
12.00	5,760.00	6,912.00	8,064.00	9,216.00	10,368.00
11.00	5,280.00	6,336.00	7,392.00	8,448.00	9,504.00
10.00	4,800.00	5,760.00	6,720.00	7,680.00	8,640.00
9.00	4,320.00	5,184.00	6,048.00	6,912.00	7,776.00
8.00	3,840.00	4,608.00	5,376.00	6,144.00	6,912.00
7.00	3,360.00	4,032.00	4,704.00	5,376.00	6,048.00
6.00		3,456.00	4,032.00	4,608.00	5,184.00
5.00				3,840.00	4,320.00
4.00					3,456.00

Los cálculos se hicieron en base a la eficiencia biológica de una bolsa de 4 kg. de sustrato seco.

Los cuadros remarcados indican el precio en el cual el valor de la producción se iguala a los costos de producción, donde no hay pérdidas.

La eficiencia biológica del 55 % que se consideró para este proyecto corresponde a un valor muy bajo obtenido en condiciones adversas, lo cual representa que deben esperarse panoramas más alagadores siempre y cuando se consideren todos los factores que influyen en la producción, por lo que se recomienda:

- Que este módulo sea trabajado como una unidad de producción bien administrada desde el primer momento.
- Aprovechar al máximo todos los recursos que se tienen en la zona como son los diferentes sustratos que existen, lo cual abaratará los costos de producción.
- Aprovechar y reciclar los residuos, principalmente el agua emprendiendo prácticas de composteo con el sustrato agotado y los residuos de forraje.
- Utilizar estos residuos formando parcelas agrícolas.
- Generar eventos donde se puedan intercambiar nuevos conocimientos acerca del cultivo.
- Este módulo es recomendado para el trabajo de dos personas, sin embargo, podría ser la base para una sociedad de producción rural en donde se reunieran 5 módulos con 10 integrantes lo que beneficiaría en la comercialización, obtención de créditos y desarrollo del sector.
- Este módulo también se propone como un aula de enseñanza teórico-práctico para los productores.

CONCLUSIONES

- La zona agrícola del Distrito Federal forma parte de los recursos naturales del área de conservación ecológica por lo cual es importante implementar programas de apoyo al campesino con proyectos viables que optimicen las pequeñas unidades de producción con las que cuenta el área y aún los solares.
- El cultivo del hongo seta (*P. ostreatus*) cumple con estas expectativas para la zona, puesto que es un cultivo que tiene un gran rango de adaptación ecológica que encaja perfectamente en las zonas rurales del D. F., además de poseer la ventaja de ser un cultivo rentable en poco espacio.
- No hay productores de hongo en la zona, sino más bien principiantes entusiasmados auspiciados por los programas de las delegaciones, que carecen de una logística que instrumente el desarrollo de este cultivo entre la población.
- El proceso productivo del hongo presenta 7 etapas y es importante llevar un control de calidad de cada una.
- El análisis económico que se realizó en el módulo de San Juan Ixtayopan demostró que este cultivo tiene una gran resistencia a factores extremos que pueden superarse al tener un mejor control y manejo de las condiciones ambientales, por lo cual se considera que es un cultivo rentable.
- La exposición de material biológico a condiciones extremas ya sea por conveniencia o ignorancia puede en un momento ocasionar una contaminación, tanto de las bolsas sembradas como de las instalaciones, esto podría explicar la desaparición de algunos productores que al no tener un plan de trabajo establecido y la falta de un programa sanitario el cual seguir de manera estricta terminan por abandonar el cultivo.
- Los Programas de capacitación deben complementarse con apoyo a la organización de productores, comercialización de sus productos y apoyo crediticio a largo plazo, debe difundirse el cultivo entre los mismos productores promoviendo eventos que permitan el intercambio de conocimientos, solo así se fortalecerá el sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta U. Z.L. Bustos 1988. Aislamiento y Caracterización de Cepas de *Pleurotus* y su Cultivo en Residuos Agroindustriales en el Estado de Morelos. Rev. Mex. de Micología 4:13-20 1988.
- Aguilar, V. 1987. Delignificación de rastrojo de maíz por *Pleurotus ostreatus*. Tesis de Licenciatura UNAM, Facultad de Química 1987.
- Anuario Estadístico del Distrito Federal, INEGI. 1996.
- Apraes, G. 1989. Evaluación de la digestibilidad y paredes celulares de la pulpa de café inoculada con el hongo *Pleurotus ostreatus*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis de Maestro en Producción Animal, UNAM, 1989.
- Bano, S. 1962 N.C. Studies on cultivation of *Pleurotus sp.* paddy straw food. Sei 12 363-365 (1962).
- Block S.S., y G. Tsao 1958 Production of Mushroom Sawdust, J. Agr. Food Chem 6:923.
- Cruz, P. y S.A. Fernández, R.A, Maldonado, y J.A. Mora 1994. Evaluación de 3 sustratos lignocelulosicos en la producción de *Pleurotus ostreatus* en San Francisco Tecoxpa, Milpa Alta, D. F., Investigación Trimestral Reproducción de plantas cultivadas agronómicas. UAM-X.
- Chang, St and W.A. Hayes 1978. The biology and cultivation of Edible mushroom. Academic Pres New York 1978.
- Chang St. and T. H. Quimio, 1982. Tropical mushroom biological nature and cultivation methods. The Chinese University. Press Hankon 1982. Cap. 19, Cropping containers.
- Deacon, J. W. Introducción a la Micología, De. Limusa, México 1990.
- Galindo M J. M., Cultivo moderno de champiñón. Edic. Mundi Prensa 1986. Madrid.
- Gómez R. C. 1987. Producción del Hongo Comestible *Pleurotus ostretus* Sobre Desechos de las Industrias Azucareras y Forestal. Tesis de Licenciatura, UNAM Facultad de Química. México, 1987.
- Guzmán, G y R. Hiratu 1982 Perspectivas sobre cultivo de los hongos comestibles en los trópicos de México. 1er. Congreso Nacional de Micología (Resumen) Xalapa, Ver. México.

- Guzmán G. y G. Mata, 1984. El Cultivo de los Hongos Comestibles con especial atención a especies neotropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales, Edit. por Instituto Politécnico Nacional, 1984
- Guzmán, M. G y D. Martínez, 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. Ciencia y Desarrollo No. 65 Nov-Dic. pp. 41-48.
- Guzmán, D. y D. Martínez, 1987. El bagazo de caña como sustrato para la producción de *Pleurotus* en Jalisco. Rev. Mex. de Micología No. 3. pp. 79-82, 1987.
- Guzmán L., O. Martínez, P. Morales y C. Soto. 1987. El cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, sobre bagazo de maguey de la industria tequilera. Rev. Mex. de Micología No. 3, pp 47-49.
- Guzmán, D., 1987. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre la pulpa de cardomomo, Rev. de la Soc. Mex. de Micología 1, 101-108, 1987
- Gómez M., M.L. Martínez, y G.G. Pulido, 1985. Perspectivas del cultivo de hongos en Milpa Alta, D. F. Trabajo terminal UAM. 1985.
- Gómez M, D.M. Martínez, M.L. y G.G. Pulido, 1990. Tecnología del cultivo de *Pleurotus ostreatus* nutritivo hongo para la dieta mexicana (I)(II) Síntesis Hortícola, Mar-abr. México, D. F. pp-26-31.
- Hirata, R. y A. C. Marín, 1982. Estudio del cultivo de hongos silvestres en el estado de Puebla. 1er. Congreso Nacional de Micología (Resumen Xalapa, Ver. México.
- Hensen, J. 1989. El Almacenamiento y transporte de hongos *Pleurotus ostreatus* en atmósferas con altas concentraciones de CO₂. Acta Horticultura No. 258, p. 579, 584. Universitat Bonn Bonn G. FR. Interntional simposium on Postharvest Handling of fruits and vegetables Leuven Belgivan 29 of august 2 september, 1988.
- Herrera, T. y H.G. Guzmán, 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México, An. Inst. Biol. Méx. 32:76.
- Kurtzmann, R. H. and F. Zadrazil, 1982. Physiological and Taxonomical considerations of cultivation of *Pleurotus* Mushrooms. En Chang S. T. y H. Quimica Tropical Mushrooms. Hand Kong. The Chinese University Press. pp 299-343.
- Leal L, 1982. H. Dosal, M.C. Real y M.E. Avilés 1982. Obtención de mutantes acelulósicos de *Pleurotus ostreatus*. 1er. Congreso Nacional de Micología. (Resumen) Xalapa, Ver. Méx.
- Leal L, 1997. Producción de Hongos Comestibles. Memorias del Curso abril 16-19, 1997. UNAM.

- López R, 1987. Hongos Comestibles y Medicinales. Edit. Posada, México, 1987.
- Maldonado R. A., 1996. Curso teórico práctico sobre el manejo y producción de setas (*Pleurotus ostreatus*) Programa de Desarrollo Delegación Contreras.
- Martínez C., S. Conrado, 1985. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en Pulpa de Café con Paja como Sustrato. Rev. de la Soc. Mex. de Micología 3,71-73, 1985
- Martínez G, J. A., 1994. Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. SEDAGRO Manual teórico práctico. Toluca 1994.
- López A., 1984. Cultivo domestico de hongos comestibles, edit. Graphos, México 22pp.
- López, R., 1986. Hongos comestibles y medicinales. Edit. Posada, México, pp. 228.
- Martínez, C.D. 1984. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre desechos agrícolas, obtención y caracterización de cepas nativas en diferentes medios de cultivo sólido en laboratorio. Biótica Vol. 9, No. 3, pp. 243-248.
- Martínez, D., C. Soto y G. Guzmán, 1985. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en Pulpa de Café con Paja como Sustrato. Rev. Mex. Mic. pp.101-108.
- Martínez, C, C. Soto y P. Morales 1986. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre Hojas usadas en la Extracción de Aceites Esenciales. Rev. Mex. de Micología 2:119-124, 1986
- Martínez G, D. D. Morales y M. Sobol, 1989. Efecto del pH sobre el crecimiento de diversas cepas mexicanas y extranjeras de hongos comestibles en el laboratorio de micología neotropical aplicada No. 2, Xalapa, Ver. México, pp.19-39.
- Martínez C. D, 1991. Historia de cultivo de hongos comestibles CONACyT. Febrero 1991.
- Morales, 1987. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre la pulpa de cardomomo. Rev. Mex. de Micología No. 3, pp. 71-73.
- Muez, O, M. Bases para el cultivo de *Pleurotus* Gurelan, S.C. 31620 Huarte Pamplona Boletín No. 25 del CIES Febrero de 1996.
- Nahon, U. D. 1981. Obtención de biomasa fúngica en *Pleurotus ostreatus* utilizando como fuente energética agua de coco. Tesis UNAM. Fac. de Química p. 7-9.
- Ornelas, 1985. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre desechos forestales. Tesis de Licenciatura Fac. de Ciencias UNAM, México. 1985.

- "Programa de Desarrollo Rural y Alianza para el Campo en el Distrito Federal ". La Jornada, viernes 15 de marzo de 1996 pág. central.
- Rodríguez, L. Sistemas alternativos de producción y aprovechamiento integral de los recursos. Programa Rector de Usos del Suelo del D.F., tomo II, 1980.
- Sánchez, E. J. 1976. Cambios en la composición química de forrajes de baja calidad nutritiva mediante el uso de diversos compuestos químicos. Tec. Pecuario México 31, 68-74.. (1976).
- Santamaria F. Agenda Técnica 1997. Comisión de Recursos Naturales del D. D. F., México, 1997.
- Stamet, P, J. S. Chilton. The mushroom cultivator a practical guide growing mushroom at home agarikon Press Washington 1983.
- Sterneck, F, 1972. El cultivo moderno del Champiñón. España pp. 135-140.
- Ulloa, M. y T.Herrera 1990. El Reino de los Hongos Micología Básica Aplicada. Edic. UNAM y FCF. México, D. F. 436 pp.
- Zadrazil, F. Cultivation of Pleurotus in the biology and cultivation of. Edible Mushrooms. Chang, S.T. y Hayes, W. A., De. Academic Press, New York, 1978. Pág. 521.

ANEXO 1

REGISTRO DE LA PRODUCCION OBTENIDA POR BOLSA EN CUATRO CORTES														Hoja 1		
Fecha de siembra	Núm. poste	Núm. bolsa	1er. Corte	Dias/ corte	Fecha	2o. Corte	Dias/ corte	Fecha	3er. Corte	Dias/ corte	Fecha	4o. Corte	Dias/ corte	Fecha	Total/K bolsa	Eficiencia biológica
15 oct.	1	A1	1.165	65	19 dic.	0.340	27	15 ene.	0.190	4	19 ene.	0.960	0	19 ene.	1.7	42.4
15 oct.	1	B2	1.370	68	22 dic.	0.075	28	19 ene.	0.960	0	19 ene.	0.510	5	24 ene.	2.9	72.9*
16 oct.		C3	0.630	54	9 dic.	1.080	10	19 dic.	0.390	20	8 ene.				2.1	52.8
16 oct.		A4	1.720	64	19 dic.	0.110	20	8 ene.	0.330	7	15 ene.				2.2	54.0
16 oct.	2	B5	2.005	64	19 dic.	0.566	27	15 ene.	0.210	6	21 ene.				2.8	69.5
16 oct.		C6	0.440	54	9 dic.	1.985	10	19 dic.	0.115	20	8 ene.	0.085	12	20 ene.	2.6	65.9*
16 oct.		A7	2.045	64	19 dic.	0.030	3	22 dic.	0.335	17	8 ene.	0.055	7	15 ene.	2.5	61.6*
16 oct.	3	B8	1.975	64	19 dic.	0.480	0	8 ene.	0.240	0	8 ene.				2.7	67.4
17 oct.		C9	1.585	52	8 dic.	0.175	11	19 dic.	0.620	20	8 ene.				2.4	59.5
17 oct.		A10	1.800	62	19 dic.	0.403	20	8 ene.	0.080	4	12 ene.				2.3	57.1
17 oct.	4	B11	1.520	62	19 dic.	0.080	24	12 ene.	0.120	12	24 ene.				1.7	43.0
18 oct.		C12	1.540	51	8 dic.	0.125	30	8 ene.	0.155	4	12 ene.	0.255	4	19 ene.	2.1	51.9*
18 oct.		A13	1.260	51	8 dic.	0.370	11	19 dic.	0.280	20	8 ene.	0.060	4	12 ene.	2.0	48.8*
18 oct.	5	B14	0.420	60	17 dic.	0.280	2	19 dic.	0.165	3	22 dic.	0.055	33	21 ene.	0.9	23.0
18 oct.		C15	1.100	51	8 dic.	0.405	11	19 dic.	0.155	1	20 dic.	0.240			1.9	47.5*
18 oct.		A16	0.930	60	17 dic.	0.160	2	19 dic.	0.140	20	8 ene.	0.100			1.3	33.3*
16 oct.	6	B17	1.510	49	4 dic.	0.290	33	8 ene.	0.065	4	12 ene.				1.9	46.6
18 oct.		C18	0.940	62	19 dic.	0.260	20	8 ene.	0.165	4	12 ene.				1.4	34.1
18 oct.		A19	1.046	43	10 dic.	0.560	7	17 dic.	0.405	20	8 ene.				2.0	50.3
18 oct.	7	B20	0.910	65	22 dic.	0.295	3	25 dic.	0.240	29	21 ene.	0.125			1.6	39.3*
18 oct.		C21	0.665	51	8 dic.	0.735	11	19 dic.	0.225	20	8 ene.	0.165			1.8	44.8*
18 oct.		A22	1.805	51	8 dic.	0.180	11	19 dic.	0.235	20	8 ene.	0			2.2	55.8
18 oct.	8	B23	0.425	60	17 dic.	0.040	2	19 dic.	0.430	20	8 ene.	0.155	18	26 ene.	1.1	26.3*
18 oct.		C24													0.0	0.0
29 oct.		A25	0.130	49	17 dic.	1.200	8	25 dic.	0.410	27	21 ene.	0.355	5	26 ene.	2.1	52.4*
29 oct.	9	B26	0.295	54	22 dic.	1.090		25 dic.	0.675	30	24 ene.				2.1	51.5
29 oct.		C27	1.200	54	22 dic.	0.540	3	25 dic.							1.7	43.5
29 oct.		A28	0.685	54	22 dic.	1.150	2	24 dic.	0.120	31	24 ene.				2.0	48.9
29 oct.	10	B29	2.460	49	17 dic.	0.180	29	15 ene.							2.6	66.0
29 oct.		C30	0.190	54	22 dic.	0.445	3	25 dic.							0.6	15.9
29 oct.		A31	0.350	49	17 dic.	0.565	6	25 dic.	0.330	0	25 dic.	0.655	31	24 ene.	1.9	48.3*
31 oct.	11	B32	0.060	55	25 dic.	0.470	3	28 dic.	0.155		28 dic.				0.7	17.1
31 oct.		C33	0.240	55	25 dic.	0.165	3	28 dic.	0.055	29	26 ene.				0.5	11.5
			34.42			14.889			7.975			2.815			60.095	909.8

REGISTRO DE LA PRODUCCION OBTENIDA POR BOLSA EN CUATRO CORTES															Hoja 2	
Fecha de siembra	Núm. poste	Núm. bolsa	1er. Corte	Días/ corte	Fecha	2o. Corte	Días/ corte	Fecha	3er. Corte	Días/ corte	Fecha	4o. Corte	Días/ corte	Fecha	Total/K Bolsa	Eficiencia Biologica
31 oct.		A34	0.625	55	25 dic.	0.615	3	28 dic.	0.880	8	5 ene.				2.1	53.0
31 oct.	12	B35	0.375	55	25 dic.	0.345	3	28 dic.	0.040	8	5 ene.				0.8	19.0
31 oct.		C36	0.805	58	28 dic.	0.810		5 ene.							1.6	40.4
31 oct.		A37	0.960	66	5 ene.										0.9	21.5
1o. nov.	13	B38	0.750	66	5 ene.										0.8	18.8
1o. nov.		C39	0.810	65	5 ene.										0.8	20.3
1o. nov.		A40	0.050	65	5 ene.	1.400	1	6 ene.							1.5	36.3
1o. nov.	14	B41	0.245	65	5 ene.	0.465	1	6 ene.							0.7	17.8
1o. nov.		C42	0.785	65	5 ene.										0.8	19.6
1o. nov.		A43	1.430	65	5 ene.										1.4	35.8
1o. nov.	15	B44	0.105	65	5 ene.	0.675	7	12 ene.							0.8	19.5
1o. nov.		C45	0.740	65	5 ene.										0.7	18.5
1o. nov.		A46	0.120	65	5 ene.	0.635	1	6 ene.	0.110	6	12 ene.				0.9	21.6
3 nov.	16	B47	0.385	65	5 ene.	0.440	1	6 ene.	0.210	6	12 ene.				1.0	25.9
3 nov.		C48	0.120	62	5 ene.	0.440	1	6 ene.	0.320	6	12 ene.				0.9	22.0
3 nov.		A49	1.110	63	6 ene.	0.110	6	12 ene.	0.110	0	12 ene.				1.3	33.3
4 nov.	17	B50	0.190	63	6 ene.	1.340	0	6 ene.	0.165	6	12 ene.				1.7	42.4
4 nov.		C51	0.720	62	6 ene.	0.210	6	12 ene.							0.9	23.3
4 nov.		A52	1.180	62	6 ene.	0.055	6	12 ene.							1.2	30.9
6 nov.	18	B53	1.340	61	6 ene.	0.155	6	12 ene.							1.5	37.4
6 nov.		C54	1.365	61	6 ene.	0.290	6	12 ene.							1.7	41.4
1o. nov.		A55	0.355	67	7 ene.	0.150	1	8 ene.							0.5	12.6
1o. nov.	19	B56	1.285	59	28 dic.	0.055	10	7 ene.	0.235	9	16 ene.				1.6	39.4
1o. nov.		C57	0.115	59	28 dic.	0.440	10	7 ene.							0.6	13.9
6 nov.		A58	1.585	63	7 ene.	0.095	2	9 ene.	0.035	9	16 ene.				1.7	42.9
6 nov.	20	B59	1.525	63	7 ene.	0.195	2	9 ene.							1.7	43.0
6 nov.		C60	1.680	63	7 ene.	0.440	2	9 ene.							2.1	53.0
6 nov.		A61	0.495	72	17 ene.	0.585	3	20 ene.	0.095	0	20 ene.				1.2	28.4
6 nov.	21	B62	0.610	71	16 ene.	0.420	1	17 ene.	0.295	3	20 ene.				1.3	33.1
6 nov.		C63	0.380	62	7 ene.	0.540	5	12 ene.							0.9	23.0
8 nov.		A64	0.495	69	16 ene.										0.5	12.4
8 nov.	22	B65	1.615	72	19 ene.										1.6	40.4
8 nov.		C66	0.660	72	19 ene.	1.00	1	20 ene.							1.7	41.5
			24.910			11.91			2.495			0			39.3	982.8

ANEXO 2
CUADRO RESUMEN
PRODUCCION OBTENIDA POR OLEADA EN EL PERIODO DEL
4 DE DICIEMBRE DE 1997 AL 28 ENERO DE 1998

1 de 3

4 al 10 dic.	1er. corte	2o. corte	3er. corte	4o. corte
1997	0.63			
	0.44			
	1.585			
	1.54			
	1.26			
	1.1			
	1.51			
	1.046			
	0.665			
1.805				
Subtotal	11.581			

17 al 28 dic.	1.165	1.09	0.165	
	1.37	1.995	0.155	
	1.72	0.03	0.33	
	2.005	0.175	0.155	
	2.045	0.37		
	1.975	0.28		
	1.8	0.405		
	1.52	0.16		
	0.42	0.56		
	0.93	0.295		
	0.94	0.735		
	0.91	0.19		
	0.425	0.04		
	0.13	1.2		
	0.295	1.09		
	1.2	0.54		
	0.685	1.15		
	2.46	0.445		
	0.19	0.595		
	0.35	0.47		
	0.06	0.165		
	0.24	0.615		
	0.625	0.345		
	0.375			
0.805				
1.285				
0.115				
Subtotal	26.04	12.94	0.805	

5 al 9 enero	0.860	0.110	0.390	0.240
	0.750	0.480	0.115	0.100
	0.810	0.405	0.335	0.165
	0.050	0.125	0.240	
	0.245	0.290	0.620	
	0.785	0.260	0.260	
	1.430	0.810	0.140	
	0.105	1.400	0.405	
	0.740	0.465	0.225	
	0.120	0.635	0.235	
	0.385	0.440	0.430	
	0.120	0.440	0.880	
	1.110	1.340	0.040	
	0.190	0.150		
	0.720	0.055		
	1.180	0.440		
	1.340	0.095		
	1.365	0.105		
	0.355	0.440		
	1.585			
1.525				
1.680				
0.380				
1.250				
Subtotal	19.08	8.575	4.315	0.505

12 al 19 ene.				
	0.495	0.340	0.330	0.255
	0.610	0.075	0.080	0.055
	0.495	0.566	0.155	0.060
	1.615	0.080	0.065	
	0.660	0.180	0.165	
	0.535	0.675	0.110	
	1.515	0.110	0.210	
	0.760	0.210	0.320	
	1.445	0.055	0.110	
	0.165	0.155	0.165	
	0.245	0.290	0.235	
	1.580	0.420	0.035	
	0.245	0.540	0.190	
	0.555	1.245	0.960	
	0.375	1.295		
	1.055	0.080		
	0.385	0.685		
	0.415	1.155		
	0.540			
0.295				
0.445				
1.335				
1.675				
0.770				
0.520				
Subtotal	18.730	8.156	3.130	0.370

20 al 28 ene.				
	1.105	0.585	0.210	0.035
	0.205	1.000	0.120	0.655
	1.315	0.370	0.240	0.255
	0.45	1.005	0.410	0.975
	0.595	0.545	0.675	0.510
	1.355	1.300	0.120	0.085
	1.23	0.675	0.055	0.055
	0.125	0.125	0.605	0.125
	1.735	0.650	0.065	0.155
	1.51	0.695	0.675	0.355
		0.525	0.550	0.655
		0.800	0.385	
		0.475	0.820	
		0.195	0.215	
		0.770	0.115	
		0.520	0.590	
			0.095	
			0.295	
	Subtotal	9.625	10.235	6.240

Total	85.056	39.906	14.490	4.735
--------------	---------------	---------------	---------------	--------------

DIRECTORIO DE PRODUCTORES DE MICELIO

NOMBRE O INSTITUCION	DIRECCION	CEPAS QUE OFRECE	CARACTERISTICAS DE LAS CEPAS
Colegio de Posgraduados		INIREB 8	Pileo de 10 x 8 cm, color café grisáceo, láminas blanquecinas color de la amarillo grisáceo claro (Martínez y Morales. 1988).
		INIREB 20	Pileo 3 x 2 cm color café grisáceo láminas blanquecinas esporada amarillo grisáceo (Martínez y Morales 1988)
		<i>Pleurotus ssp florida</i> <i>var floridanus</i>	Similar en apariencia a <i>Pleurotus ostreatus</i> , pero más pequeñas y más fino en estructura a bajas temperaturas el pileo cambia de color a café brillante la temperatura máxima para el desarrollo de cuerpos fructíferos es de 26 a 27°C, se torna a pálido o amarillo pálido o blanco (Zadrazil F. 1978).
		<i>Pleurotus eryngii</i>	Pileo café rojizo a café grisáceo amarillo oscuro, ligeramente cuadrado ancho de 4 a 5 cm, el peso de un cuerpo cosechado es de 300 a 400 gms, las lamelas son blancas o grises y decurrentes estipe blanco de 3 a 10 cm de largo
		<i>Pleurotus cornucopiosus</i> <i>Pleul. ex tr (cornucopiosus)</i>	Estipe central o excéntrico, no lateral y estrado pileo, ocre pálido o blanco pálido de 4 a 10 cm
Centro de Investigaciones Biológicas de Laboratorio de Micología	Universidad Autónoma del Estado de Morelos Tel. 73287000 ext 3220 Fax 73297056 email: Micologi@clb.uaem.mx	Mismas cepas que el Colegio de Posgraduados	

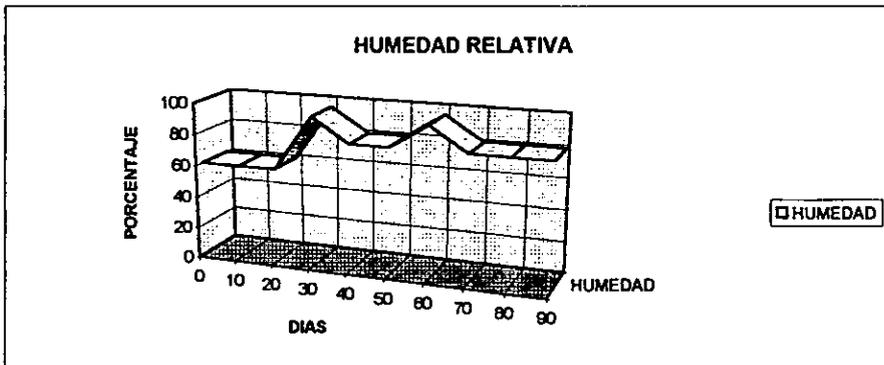
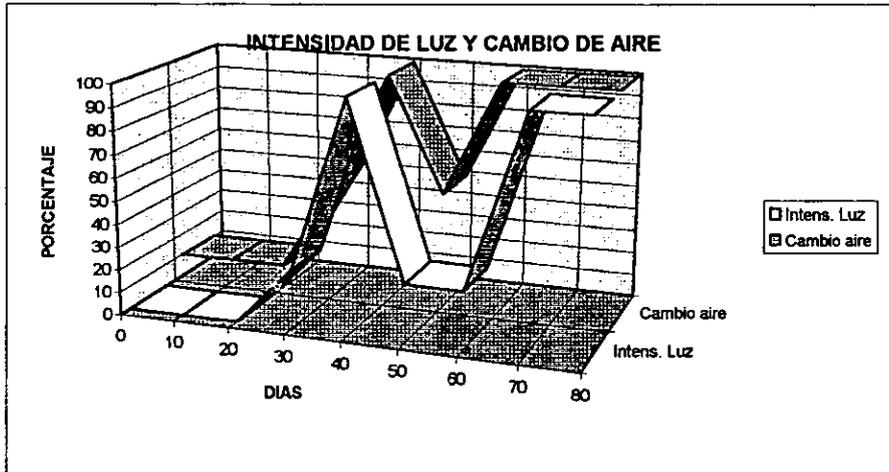
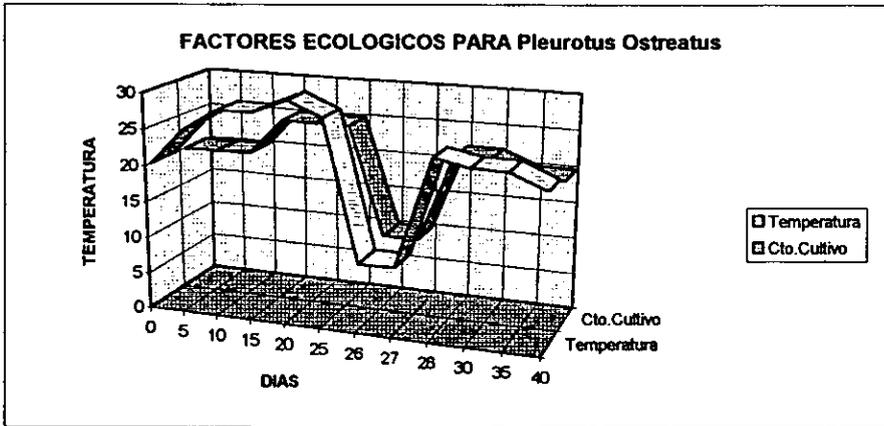
DIRECTORIO DE PRODUCTORES DE MICELIO		CARPAS QUE OFRECE	CARACTERÍSTICAS DE LAS CEPAS
NOMBRE O INSTITUCION Productores y Distribuidores de Setas.	DIRECCION Ing. Gustavo Pulido Tel. 3562716 6186788	<u>Pleurotus ostreatus</u> <u>Pleurotus florida</u> <u>Pleurotus djavanor</u> <u>Pleurotus pulmonarius</u> <u>Agaricus bisporus</u> <u>Lentinus edodes</u> Diferentes cepas	Seta gris y crema Seta blanca Seta rosa Seta blanca y café Champifón blanco Shitake
	Sra. Leticia Calvo Pacheco (91714) 20236 Jaime Rodríguez Abitia Consultoría Técnica Tel. Fax 220171 91(72) 186565 y 125151 En Toluca	<u>Pleurotus ostreatus</u> (INIREB 8) <u>Pleurotus florida</u> (INIREB 4)	
Mical Spawn mushrooms Hongos cultivados del Gourmet	Eduardo Vasconcelos No.8 Col. Jacarandas Deleg. Iztapalapa Tel. 6915519	<u>Pleurotus ostreatus</u> <u>Pleurotus florida</u> <u>Pleurotus pulmonarius</u>	Color gris Perla y blanco Azul

ANEXO 4

ETIQUETA PARA BOLSA INOCULADA

NUMERO DE BOLSA	
FECHA DE SIEMBRA	
PESO DEL SUSTRATO HUMEDO	
PESO DEL SUSTRATO SECO	
TRASLADO AL CUARTO DE FRUCTIFICACION	
UBICACION DE LA BOLSA	

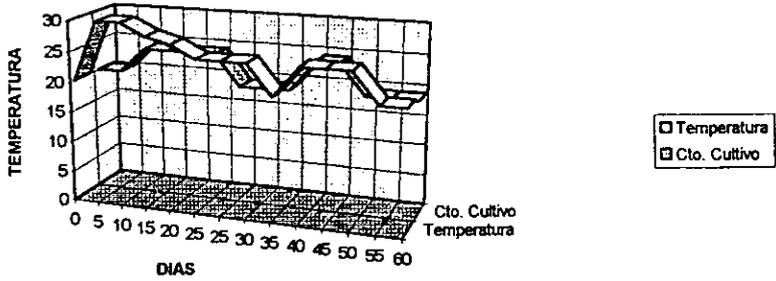
ANEXO 5.



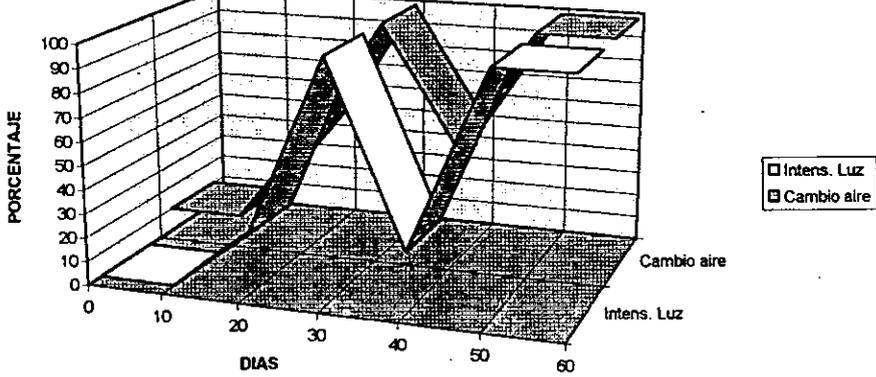
Fuente: F. Zadrazil. Cultivation of Pleurotus, 1978.

A N E X O 5.

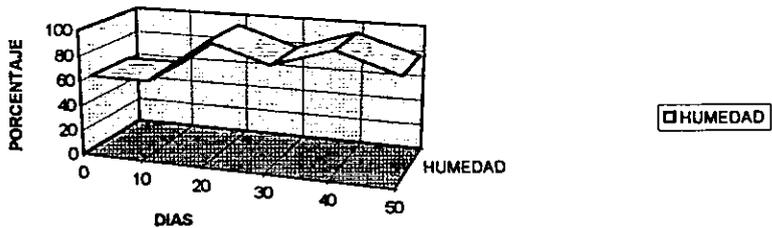
FACTORES ECOLOGICOS PARA *Pleurotus florida*



INTENSIDAD DE LUZ Y CAMBIOS DE AIRE



HUMEDAD RELATIVA



FUENTE: Zadrazil Cultivation, 1978