



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS IZTACALA

**ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA EVALUACION DE
LA PRODUCTIVIDAD DE UNA CEPA COMERCIAL DE
Pleurotus EN SUBSTRATOS DE PAJA Y RASTROJO
DE MAIZ, UTILIZANDO TORRETAS Y LITERAS COMO
SOPORTE**

Verde dorado

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

VICTOR MANUEL ESPARZA MARTINEZ

ASESOR: I.B.Q. GUSTAVO VALENCIA DEL TORO

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEX.

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Esta tesis fue realizada en el laboratorio L-514, de la U.N.A.M. Campus Iztacala, denominado como laboratorio de Biotecnología y Etnobotánica, a cargo del I.B.Q. Gustavo Valencia del Toro y la I.B.Q. Ma Eugenia Garin Aguilar.

Agradecimientos

A todos aquellos que de alguna forma me brindaron su apoyo moral, técnico y académico, durante el largo camino que implicó el término de este trabajo.

A mis padres;

con amor.

Por el respeto y apoyo durante mi existir. Y porque es una meta más, pero el logro es suyo.

A la vida;

Por las satisfacciones.

A ti;

Dení,

Por compartir, por tu apoyo, tu cariño y por los próximos momentos.

Contenido

Resumen.....	1
1.0 Introducción.....	2
1.1 Ubicación taxonómica y morfología de <u>Pleurotus spp</u> ..	12
1.2 Justificación.....	16
1.3 Objetivos.....	19
2.0 Material y métodos.....	20
3.0 Resultados y discusión.....	32
3.1 Caracterización morfológica del carpóforo.....	42
4.0 Conclusiones.....	43
Bibliografía.....	44
Anexo.....	48
Anexo B.....	54
Apéndice A.....	55

Resumen:

El crecimiento poblacional del país durante los últimos años, a incrementado la necesidad en la producción alimentos, dando pauta al desarrollo y uso de técnicas para generar éstos, la participación de las instituciones privadas, de gobierno y universidades, con sus investigaciones, ha inducido el desarrollo sobre el uso de la biotecnología en procesos que den paso a la obtención de alimentos en un menor tiempo y un bajo costo de producción.

El cultivo del hongo del género Pleurotus presenta alternativas para dar un producto nutritivo y accesible al consumidor, dado que su producción se puede dar en situaciones rurales y urbanas, esto contando con los conocimientos necesarios, unido a esto, las características biológicas de este hongo, dan la oportunidad de utilizar como sustratos a los desechos y esquilmos agrícolas, que son generados en grandes cantidades en nuestro país, es de mencionar que a pesar de la aparente facilidad para el cultivo del hongo, existen aun algunas dificultades para que se desarrollen grandes plantas productoras, si embargo el interés por el conocimiento de este cultivo crece día con día.

El trabajo consistió en la utilización de dos soportes, literas y torretas, con la finalidad de determinar cual tipo de soporte resulte ser más eficiente en la producción de carpóforos del hongo comestible Pleurotus ostreatus, así mismo se utilizaron tres sustratos conocidos y trabajados con anterioridad por otros autores, la paja de cebada, el rastrojo de maíz y una mezcla de ambos 1-1,

Los resultados muestran que las torretas son un soporte eficiente en los tres sustratos, se obtienen eficiencias más altas que en el soporte de literas en un espacio más pequeño. Las eficiencias biológicas obtenidas son: Literas, 33.20 %, 32.32 % y 34.55 % para los sustratos Rastrojo de maíz, Paja y Mezcla 1-1 respectivamente. Torretas, 75.60 %, 40.90 % y 51.23 %, en el mismo orden con respecto a los sustratos, los análisis estadísticos, resumen, que el Rastrojo de Maíz y la torreta son la combinación requerida para la obtención de una producción aceptable, esto basado en lo valores de $p = 0.002$ para los soportes, $p = 0.052$ para los sustratos y $p = 0.047$ para la interacción. Resultados de la aplicación de un análisis de varianza factorial, donde se comparan los sustratos, los soportes y la eficiencia biológica, en el presente trabajo.

1.0 Introducción

A partir de las estimaciones realizadas por micólogos europeos, en la actualidad, se calcula que existen aproximadamente 200,000 especies de hongos, de los cuales solo se han estudiado un 50 % (Guzmán, et al. 1993).

Los hongos son organismos muy comunes en la naturaleza, puesto que viven prácticamente en todos los medios, de ellos las especies comestibles gozan de especial importancia, ya que han estado ligados al hombre desde tiempos inmemoriales utilizándolos para su consumo. En el presente, algunos han sido considerados delicadezas gastronómicas cuando se consumen entre los ingredientes principales del material nutritivo o simplemente como elementos complementarios y condimentos del mismo. Tienen gran importancia etnomicológica porque constituyen un alimento muy estimado por los miembros de diversos grupos étnicos y en general, por los campesinos de las regiones donde se desarrollan los hongos en abundancia. El hábitat principal de estos macromicetos son los bosques húmedos de las regiones templadas, con la presencia más frecuentes de encinos y coníferas, aunque también hay hongos comestibles en todas las regiones de la tierra (Herrera, T. y M. Ulloa, 1990).

Los hongos comestibles silvestres son un material de venta muy importante en los mercados populares de mesoamérica y Europa, de la gran cantidad de especies que expenden en estos centros de consumo, el 80% existen en México, debido fundamentalmente a la variedad de climas que presenta, lo que se refleja en la compleja vegetación que lo cubre. Existen en el país desde las selvas tropicales del sureste, hasta los desiertos del norte, pasando por los bosques subtropicales y los de coníferas en las montañas. Por otra parte, la tradición de comer hongos entre los grupos humanos de nuestro país tiene raíces ancestrales con registros que datan de la época prehispánica, presentándose como un pueblo micófago, es decir que come hongos (Guzmán, et al. 1993).

El conocimiento que poseen los grupos étnicos que existen en México sobre los hongos, es una herencia del saber que tenían los antiguos pobladores del país, por lo que los grupos actuales aun pueden diferenciar perfectamente un hongo comestible de otro venenoso y conoce bien los hongos alucinógenos dándoles una nomenclatura para diferenciarlos (Guzmán, et al. 1993). Los estudios sobre el conocimiento de los hongos que se han realizado, fundamentalmente se han concentrado en los aspectos etnomicológicos en referencia al consumo de los hongos alucinógenos y comestibles, dado que los hongos han sido parte importante de un complejo patrón tradicional de subsistencia, basado en el uso múltiple de los recursos (Mepes, Guzmán y Caballero 1981). Además del papel relevante en relación con los hábitos alimenticios del hombre, por las características de algunas especies, también han tenido y tienen significación religiosa o artística en los diversos grupos sociales, que conservan las tradiciones ancestrales, utilizando a los hongos como parte de los rituales místicos de sus étnias, cuya ingesta produce trastornos nerviosos con percepción de alucinaciones e ilusiones, ambas coloridas (Guzmán, 1990). El uso de los

hongos alucinógenos entre los antiguos grupos étnicos del país, antes de la llegada de los españoles, se registra en los antiguos códices y crónicas históricas como por ejemplo, el códice Magliabecchiano, las obras literarias de Francisco Alvarado Tezozómoc, Fray Toribio de Benavente, Diego Duran, Maturino Gilberti, Francisco Hernández, Fray Alonso de Molina, Fray Bernardino de Sahagún, entre otros, que dan fe de la utilización de los hongos a los cuales se les daba un poder divino y terapéutico (Guzmán, 1984).

Los informes etnobotánicos refieren con frecuencia que existe una cultura micológica en el campesinado en torno a los hongos constituyendo parte de su dieta, sin embargo la mayoría de estos son obtenidos por recolección limitándose a los tiempos de lluvia por no poseer conocimientos para controlar su cultivo, esto se destaca porque México ha sido reiteradamente señalado como uno de los centros de origen y domesticación de plantas cultivadas y sorprende el hecho de que los grupos humanos no se haya dedicado al cultivo rústico de los hongos, (Martínez-Carrera, 1990).

Valor Nutricional.

Se ha registrado que los hongos comestibles han sido consumidos como alimento básico en ciertas zonas de Europa, Asia y Sudamérica aunque generalmente se les considera más un ingrediente o complemento de diferentes platillos que un alimento de consumo diario. Además, la ingesta de hongos en la dieta del hombre, proporciona la proteína que contiene a los aminoácidos esenciales, los hongos contienen valores altos de lisina, leucina y valores bajos de metionina y cisteina, (Leal Lara, 1985). Según los estudios realizados por los especialistas en alimentos los hongos tienen 19-35% de proteínas aprovechables, en comparación con los vegetales (hortalizas y frutas), que solamente tienen 7.3-13.2%, con excepción de la soya que tiene 39.1%, además el bajo contenido de carbohidratos hace de los hongos un alimento poco energético, recomendándolo para su consumo como un alimento dietético, (Chang, 1978, citado por Guzmán, 1990). Sin embargo, el valor nutritivo de los hongos puede cambiar dependiendo de la variedad, algunos están calificados muy cercanos al valor nutricional de los productos animales y por encima de los productos vegetales de bajo valor nutritivo, considerando de manera general, que la proteína de los hongos comestibles es intermedia entre la proteína vegetal y animal, (Chang, 1980, citado por Leal Lara, 1985).

Los reportes mencionan que el contenido de aminoácidos esenciales por cada 10 gramos de proteína consumida en cualquier alimento es del 39.3 % y para los aminoácidos no esenciales el 60.7 %.

Para el caso del hongo del género Pleurotus, los valores muestran que al comer tan solo 358.4 gramos de hongos frescos se ingieren 10 gramos de proteína con 3.17 gramos o 4.32 gramos de aminoácidos esenciales. Comparando, los valores que dan el comer 105.2 gramos de maíz, se ingieren 10 gramos de proteína con 3.484 gramos de aminoácidos esenciales; al

ingerir 45.2 gramos de frijol, se consumen 10 gramos de proteína con 3.487 gramos de aminoácidos esenciales y para 873 gramos de chiles jalapeños, se consumen 10 gramos de proteína con 2.34 gramos de aminoácidos esenciales. Mostrando así la calidad nutricional de los hongos, además, también proporcionan ciertas cantidades de ácidos grasos insaturados, 4% con base en el peso seco, vitaminas pertenecientes al complejo B y minerales. Calcio, Fósforo y Potasio.

Reseña Histórica sobre el cultivo de los hongos comestibles en México.

En otras culturas, se ha descrito el consumo de los hongos comestibles, por ejemplo, los griegos Eurípides, Teofrasto y Plinio describieron el consumo de los hongos en su tiempo, los romanos conocían varios hongos comestibles, dado que el mismo Cesar era muy aficionado al consumo de una especie en particular Amanita caesarea. Se sabe que en los siglos XVI y XVIII, en Europa y el suroeste de Asia, se iniciaron los cultivos rústicos de hongos. En México se inició el cultivo de hongos comestibles en el año de 1933 con el Sr. Leben Zdravie, de ascendencia italiana, que empezó sus ensayos con el hongo Agaricus bisporus (champiñón), basándose en las técnicas europeas, obteniendo las primera cosechas en 1941, siendo también en este año cuando el Sr. Carbalho presentó el primer reporte sobre los hongos comestibles cultivados, a través de una tesis de la Escuela Nacional de Agricultura, de Chapingo. El Sr. Víctor Cano Faro, fue otro de los pioneros en el cultivo de los hongos comestibles además de ser el fundador de la empresa Hongos de México, en esta planta, en el año de 1974 se cultiva un hongo comestible diferente al champiñón, cuyo nombre científico corresponde a la especie Pleurotus ostreatus, su cultivo se originó a raíz de la compra de cuatro pacas de paja de trigo previamente inoculadas, adquiridas por Cano Faro en Europa. estas pacas se trasladaron por avión a nuestro país, donde se incubaron y desarrollaron sus primeras fructificaciones (Martínez-Carrera, 1991).

En la actualidad la necesidad de alimentos nutritivos para la humanidad, ha provocado la implementación de investigaciones para incrementar la variedad de cultivos y técnicas propias e introducidas para su adaptación al país. Estas investigaciones han llevado al desarrollo de cultivos intensivos de bajo costo y tiempo de producción, especialmente en Europa, Estados Unidos, China y Japón, desde hace varias décadas, dentro del desarrollo en la tecnología alimentaria se ha encontrado que la tecnología desarrollada para el cultivo de los hongos comestibles puede ser benéfica en la producción de un alimento nutritivo y barato, dadas sus características, este cultivo ha tenido avances técnicos que van de las meras improvisaciones caseras a un alto desarrollo biotecnológico en las industrias de otros países pero a pesar de ello, las especies cultivadas en la actualidad son pocas, casi todas las especies de importancia para cultivo en escala industrial, pertenecen al grupo de los basidiomicetes. En la industria se procura principalmente la obtención masiva de las fructificaciones, pero también es importante la obtención del micelio tanto para la siembra como para su consumo directo. En el mundo y en nuestro país, existe una gran variedad de hongos comestibles constituidos en dos grandes grupos taxonómicos, los basidiomicetes y los ascomicetes, dentro

de los basidiomicetes el hongo más conocido por el consumidor es el champiñón; Agaricus brunnescens, sin embargo existen otros géneros de importancia comercial que son cultivados actualmente, Lentinus, Pleurotus, Volvariella, (Martínez-Carrera, 1991).

El cultivo de los hongos comestibles, se ha manifestado como una alternativa ideal para satisfacer en gran medida las necesidades proteínicas y nutricionales de la población que habita en los países subdesarrollados, por su bajo costo de producción y obtención de grandes cantidades en un lapso corto de tiempo, (Martínez-Carrera, 1984), por esta razón en algunos de los países en vía de desarrollo se ha incrementado el avance en las investigaciones en donde se implementa la aplicación de sistemas biológicos y organismos a técnicas y procesos industriales, estos estudios se definen hoy como " Biotecnología", entendiéndola como "La actividad en la cual el hombre en un ambiente dado maneja los recursos naturales, la calidad y la cantidad de energía disponible y los medios de información para producir y reproducir los alimentos que satisfacen sus necesidades", es de mencionar que esta tecnología, se practica, particularmente en México desde hace ya varios años, en la industria de fermentaciones y la industria alimentaria como por ejemplo, la producción de vinos, cervezas, en procesos industriales como la producción de aminoácidos y proteínas, antibióticos, utilización de enzimas, producción de hidromas, anticuerpos, champiñón y macromicetos comestibles y derivados de la leche, entre otros, cabe decir sin embargo que esta "nueva biotecnología", abre nuevas perspectivas en la investigación en las instituciones de nivel superior (Valencia y Garin, 1990), y que participará de manera decisiva en el futuro de los países en desarrollo, sin embargo conviene anotar que la biotecnología de este rubro ha puesto mayor atención en el mejoramiento de las plantas cultivadas y animales domésticos con el objeto fundamental de acelerar cambios al desarrollar técnicas y metodologías bastante complejas, cuya aportación para el logro de su meta se espera que pronto muestre sus bondades, (Martínez-Carrera, 1990). En México la investigación biotecnológica requiere de conjuntar dos aspectos importantes como es la integración de la industria con los centros de investigación y la investigación con las necesidades prioritarias del país generando una independencia para la creación de tecnología propia y adecuada para la explotación y protección de los recursos naturales de manera más racional, (Valencia y Garin 1990).

En este sentido, la utilización de la biotecnología para el cultivo de hongos, va desde las técnicas más primitivas y sencillas hasta la altamente industrializada. La adaptación de las técnicas para el cultivo de los hongos han sido en base a la experiencia de nuestros pioneros y a la variedad de climas de nuestro país, sin embargo el cultivo de los hongos comestibles se ha concentrado en la producción del hongo conocido como champiñón, y escasamente en el Pleurotus spp, estos cultivos representan una alternativa ecológica viable, no solo por la producción de alimento, sino también para dar buen uso a los desechos agroindustriales, de los cuales son generados más de cien millones de toneladas, ya que el país es agrícola por excelencia, por mencionar a algunos podemos citar; el rastrojo de maíz, la paja de trigo, cebada, sorgo, arroz, pulpa de café, pergamino de café, aserrín de madera, cascarilla de arroz, el bagazo de la caña de

azúcar, el desperdicio del nopal, del henequén y el del agave tequilero, entre otros, pocos son los que se reutilizan dentro de los mismos campos, pero generalmente se consideran como basura por lo que son tirados en lagos y ríos, así como en lotes o terrenos baldíos, dando lugar a fuentes de contaminación. En general es muy escasa la utilización y muy poca la atención que en la actualidad se les da a los desechos agrícolas al no existir una serie definida de medidas para su manejo y control, por lo que es necesario encontrar un mecanismo idóneo que permita reciclar los subproductos y que a su vez se obtenga un beneficio directo de los mismos.

Dada la dispersión con que se generan los desechos agrícolas la implantación de un proyecto practicable implica un cambio de enfoque, que consistiría en llevar el proceso al sustrato. Para esto se requiere una tecnología alternativa, susceptible de ser implantada en pequeños módulos en el campo después de la cosecha; debe ser simple, de fácil operación y poco capital. Sus repercusiones socioeconómicas serían sumamente positivas para el medio rural, dado que los mismos campesinos podrían procesar sus desechos y ocuparse en una actividad económicamente redituable durante el período que existe entre las cosechas (Leal Lara, 1985 B). Los reportes de estudios de la utilización de los residuos agroindustriales en México, mencionan que estos son potencialmente utilizables para el cultivo de Pleurotus ostreatus, y Volvariella bakeri entre otros, cuya producción estimada para el país podría llegar a 10,718,907 toneladas de hongos frescos, considerándose que el cultivo de hongos en subproductos agrícolas se consolida como una alternativa para la producción de alimentos de consumo humano, generando además complementos de la dieta animal y biofertilizantes para la agricultura misma, (Chang, 1982; Guzmán, Martínez- Carrera, 1985, 1987, citado por Gerardo Mata 1988), algunos trabajos reportan que los sustratos convencionales en el cultivo de el hongo Pleurotus son, la paja de cebada y el rastrojo de maíz, otros reportes indican la utilización de diversos sustratos como por ejemplo, la planta piloto, ubicada en el poblado de Cuetzalan en el estado de Puebla, que es una sociedad cooperativa, donde se obtuvo una productividad de 1 kilo de hongo fresco por cada 6 o 7 kilos de sustrato húmedo, cada 15 días, el costo de producción fue de N \$ 1,500/kilo. Otros datos reportan la obtención de una eficiencia biológica de 131 gramos de fructificaciones frescas por cada 1,161 gramos de pulpa de café en peso fresco o húmedo, trabajando la cepa Pleurotus INIREB-8, diagnosticando la posibilidad de obtener 146.22 kilos de hongos frescos por tonelada de pulpa de café en peso fresco, dando una eficiencia biológica de 113.35% (Martínez-Carrera 1985, 1990). También se reportan trabajos en donde utilizan otros sustratos como el bagazo de maguey, por Soto-Velazco en 1989, en madera por Torres J.J. 1973, en composta, paja de trigo, residuos del cultivo del melón, fermentado en cultivo rústico en Europa 1890, aserrín de pino y encino, paja de cebada entre otros (Martínez-Carrera, 1991).

El hongo Pleurotus ostreatus, se le conoce como un hongo de pudrición blanca, esto esta basado en los cambios físicos causados por la acción degradante de la lignina que forma parte de la pared celular en la madera, (Leal Lara, 1985), también recibe el nombre de oreja u oreja de cazahuate, pero los cultivadores lo denominan también pleurotus o pleuroto, este hongo puede ser cultivado en un medio preparado con materiales

celulósicos, como el fragmento de papel, aserrín de pino o de encino, paja de gramíneas y harina de frijol, al que se le adicionan algunas sales minerales como carbonato y sulfato de calcio (Herrera y Ulloa, 1990), también es cultivado en troncos de árboles muertos y en una variedad de desperdicios agrícolas lignocelulósicos, los cuales contienen 60-70% de celulosa y 15% de lignina, (la paja de cebada, trigo, avena, el rastrojo de maíz o de sorgo, olotes de maíz y bagazo de caña de azúcar o de pulpa de café), debido a que estos hongos tienen la capacidad de desdoblar la lignina sin que sea necesario, en la mayoría de los substratos, efectuar una fermentación previa u otro tipo complicado de preparación química o biológica, (ya que el bagazo de caña de azúcar y de pulpa de café, requieren de una fermentación previa de 5 a 7 días).

Los desechos agrícolas están formados por compuestos químicos polimerizados, como la celulosa, hemicelulosa y la lignina, los dos primeros son los componentes más abundantes en los materiales lignocelulósicos; considerándose a la celulosa como el material renovable más abundante de la biosfera, la íntima relación de la lignina con la celulosa representa, también un obstáculo para la utilización directa de los desechos lignocelulósicos en la alimentación animal, ya que su degradación es difícil, aunque la celulosa puede ser utilizada como fuente de energía por los rumiantes. La lignina presente en los desechos vegetales impide que se utilicen como forrajes, dando un carácter de baja digestibilidad a medida que aumenta el contenido de lignina en estos desechos (Leal Lara, 1985 B), la lignina debe degradarse a compuestos más sencillos para que puedan ser utilizados por el medio y así reciclarse de manera adecuada en los ecosistemas, sin embargo, los únicos organismos que descomponen y metabolizan eficientemente a la lignina son los hongos (Guzmán, 1985).

El proceso de biodegradación de tejidos vegetales se debe a la acción de varias clases de microorganismos específicos para cada uno de los componentes del tejido vegetal; hemicelulosa, celulosa y lignina. La biodegradación de cada uno de estos biopolímeros tiene una cinética específica, pudiéndose generalizar que la hemicelulosa es el polímero más rápido y fácilmente degradable, le sigue la celulosa y por último, la lignina que resulta ser la molécula más resistente a la biodegradación (Leal Lara, 1985 B).

En los últimos años se ha obtenido información tanto del tipo de organismos capaces de degradar la lignina como de los factores que controlan esta clase de procesos en la naturaleza. Sólo ciertos hongos atacan a la lignina y han sido clasificados dentro de dos categorías; hongos de pudrición blanca y hongos de pudrición morena (denominación basada en los cambios físicos causados en la madera por la acción de dichos organismos). Los de pudrición morena provocan cambios menores en la estructura de la lignina, mientras los de pudrición blanca son capaces de degradarla completamente (Kirk, Connors y Zeikus, 1977, citados por Leal Lara, 1985 B).

Se sabe que todos los hongos son organismos heterótrofos, esto es que sólo son capaces de propagarse en material orgánico, por lo que son

dependientes de los organismos autótrofos fotosintéticos para el suministro de materia orgánica en la cual puedan crecer, el caso del hongo Pleurotus ostreatus, su trabajo en la naturaleza es el de desdoblar los complejos lignocelulósicos, llevando a cabo la degradación de éstos, generando compuestos más sencillos, para su reintegración al medio natural. Las biomoléculas de los complejos lignocelulósicos presentan las siguientes características;

a).- La lignina esta considerada como un material incrustante ya que es el último componente sintetizado por el tejido vegetal, su producción aumenta conforme envejece la planta. Es un polímero estructural de las plantas vasculares formado por unidades de fenil-propano, (ver figura No. 1), proporciona a las plantas rigidez y unión entre sus células, además de disminuir la permeabilidad del agua a través de las paredes celulares y proteger a las células de invasiones de microorganismos, la formación de la lignina en los tejidos vegetales es sumamente compleja y no totalmente entendida, comprende varias etapas, tanto de reacciones puramente químicas como enzimáticas, a partir de tres precursores primarios todos del tipo alcoholes de fenil-propano (Dekker y Linder, 1979, citado por Aguilar, et al 1982).

b).- La celulosa es un polisacarido de alto peso molecular formado por unidades de D-glucosa con enlaces de 1-4 Beta-glucosídicos, (ver figura No. 2), con las unidades de glucosa en conformación de silla y los grupos hidroxilo en la posición ecuatorial estable. La molécula es alargada y plana, sin ramificaciones, identificándose químicamente, tres tipos de celulosa: alfa, beta-, y delta-celulosa.

c).- La hemicelulosa esta constituida por un grupo de polisacaridos no tan homogéneo como el de la celulosa, a saber; xilonas, betamanonas, galactonas y L-arabinonas. Las xilonas son las más abundantes en el material lignocelulósico, ver figura No. 3, (Leal Lara, 1985 B).

Estos polisacaridos, constituyen el principal componente estructural de la pared celular de las plantas, la celulosa esta presente del 40 a un 60%, la hemicelulosa del 15 al 50% y la lignina del 10 al 30%, dependiendo del tipo de vegetal, del tejido y de la edad del mismo. (Dekker y Lindner, 1979, citado por Aguilar, et.al. 1982).

La pared celular típica en un tejido vegetal, esta constituido por la laminilla media, una pared primaria y una secundaria. Esta última compuesta a su vez por tres capas s1, capa externa, s2 capa central y s3 capa interna, (ver figura No. 4). Por lo general la capa s2 es la de mayor espesor comparada con las otras capas, con la pared primaria y la laminilla media, en esta, se encuentra casi toda la lignina y la proporción de la misma va disminuyendo conforme se acerca al lumen. La pared secundaria contiene muy poca lignina y más bien esta constituida por carbohidratos. La celulosa y otros constituyentes están agregados en estructuras longitudinales, llamadas microfibrillas, en cada capa de la pared secundaria, dentro de estas estructuras las moléculas lineales de celulosa están unidas lateralmente por fuerzas de Vander Waals, estas moléculas se

encuentran asociadas con diferentes grados de ordenación. Cuando las moléculas se encuentran altamente ordenadas, las regiones correspondientes se conocen como cristalinas, mientras las regiones con menor ordenación son llamadas amorfas. Dentro de la pared secundaria, la lignina esta concentrada en los espacios localizados entre las microfibras y en las regiones amorfas, entre cristales de celulosa, donde la asociación de la celulosa y la lignina es en gran parte física, formando un sistema de entrecruzamiento de polímeros considerándose a esta asociación responsable de la resistencia del material lignocelulósico a la degradación biológica. (Cowlin, 1961, citado en Aguilar, 1982; Fahn, 1978).

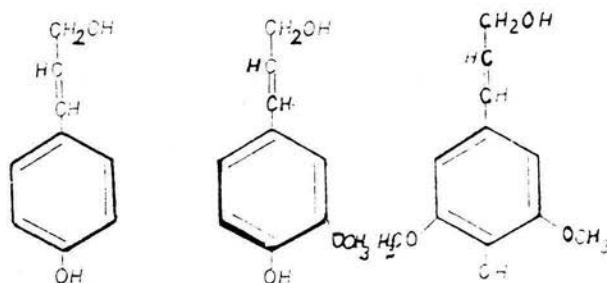


Figura No. 1, Monómeros de la lignina, estructura Química
(Ander y Eriksson, 1978. Citado por Aguilar et.al. 1982.).

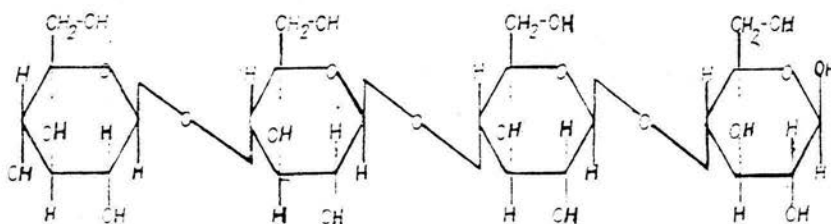


Figura No. 2, Estructura Química de la Celulosa (Ander y Eriksson, 1978. Citado por Aguilar et.al. 1982.).

Arabinoxilano

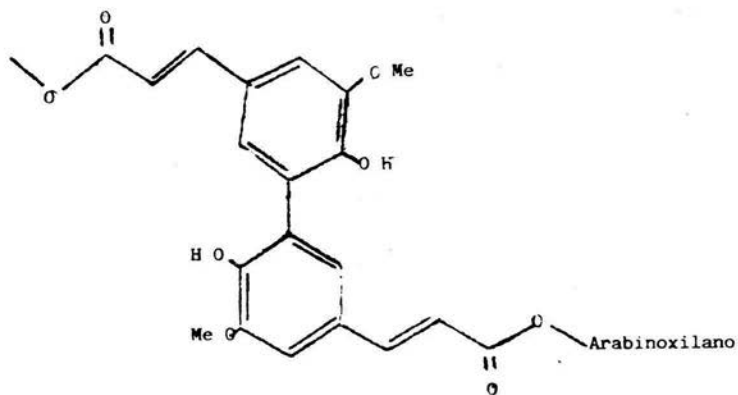


Figura No. 3, Forma estructural de la hemicelulosa (Ferulato). Aspinal 1983.

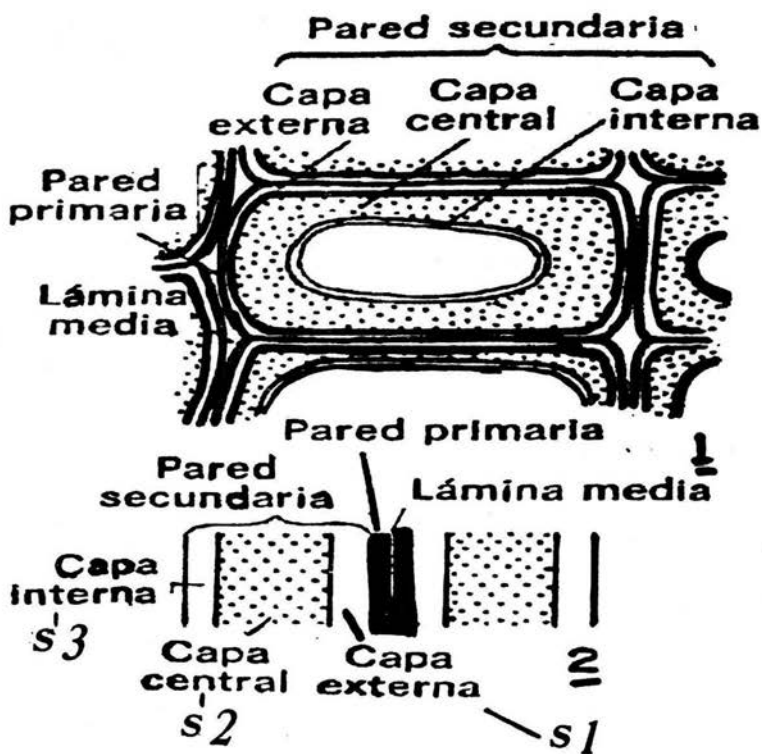


Figura No. 4, Constitución de la pared celular típica de un tejido vegetal. (Fahn 1978).

1.1 Ubicación taxonómica y morfología de Pleurotus ostreatus.

La ubicación dentro de una de las clasificaciones taxonómicas del hongo del género Pleurotus ostreatus es la descrita por Alexopoulos en 1985:

Reino - Fungi.

División - Amastigomicota.

Clase - Basidiomicetes.

Orden - Agaricales.

Familia - Tricolomataceal.

Género - Pleurotus.

Especie - ostreatus.

Descripción morfológica de acuerdo a Singer 1985.

A.- Es un hongo saprófito, biodegradador de la madera, crece en un amplio rango de temperaturas y se le conoce como un hongo de pudrición blanca.

B.- El Pileo, cuando presenta pigmentación, generalmente es grisáceo en el borde de la lumbela, presentando diferentes tonos de gris y raramente presenta otras coloraciones: Azul, roja, amarilla o lilacea, generalmente se presenta hacia un lado, crece de 5 a 15 cm, y la hifa presenta numerosas fibulas (ganchos).

C.- El himenóforo y/o himenio, presenta laminillas de color blanquecino o grises, son recurrentes, la trama inicial, casi siempre es regular, consistiendo en una hifa de pared delgada, no presenta velo ni el metuloide. Cuando la pared es gruesa, presenta velo y metuloide.

D.- El color de las esporas es blanco o de un color cremoso, las esporas son hialinas, tersas, cilíndricas más cortas que largas y muy delgadas, con paredes simples, su tamaño es de 8-12 micras X 3-4 micras.

E.- El basidio es normal en todos los aspectos, el metuloide presenta los queleostideos, el subhimenio bien desarrollado y diferenciado. Difiere de la trama irregular himenofloral en medio alcalino bajo una suave presión.

F.- El estipite presente, carpóforos estipitados, con textura carnosa moderadamente denso y un poco inclinado para rehidratación, corto, excéntrico o lateral, este hongo presenta reproducción asexual y sexual, es heterotálico bifactorial y requiere tanto de una fusión plasmogámica, así como de la presencia de dos individuos. Las esporas germinan produciendo micelio, pero para fructificar, es necesaria la fusión con otro micelio para producir esporas binucleadas (Castillo, 1987). ver figura No. 5.



Figura No. 5, Hongo del género Pleurotus.

Las características que presenta el hongo Pleurotus ostreatus son la pauta para que últimamente se incremente el estudio sobre su cultivo de una manera más intensa, pues se ha observado el desarrollo de el hongo en diversos substratos, como los aquí mencionados, (Guzmán, 1985). Las cualidades que presenta este hongo son:

a.- Facilidad en su manipulación genética, donde se trata de conservar las siguientes características, (Leal Lara, 1985).

I) Ciclo de vida corto, (ver figura # 6).

II) Simplicidad de demandas nutricionales, con amplia diversidad de substratos.

III) Resistencia contra organismos competitivos y plagas.

IV) Productividad aceptable

V) Consistencia del cuerpo fructífero

VI) Capacidad de almacenamiento

b.- Cualidades nutricionales.

c.- Cualidades digestivas: Contiene fibra natural por lo que facilita la digestión.

d.- Cualidades organolepticas aceptables, el sabor, el aroma y el aspecto. agradables

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

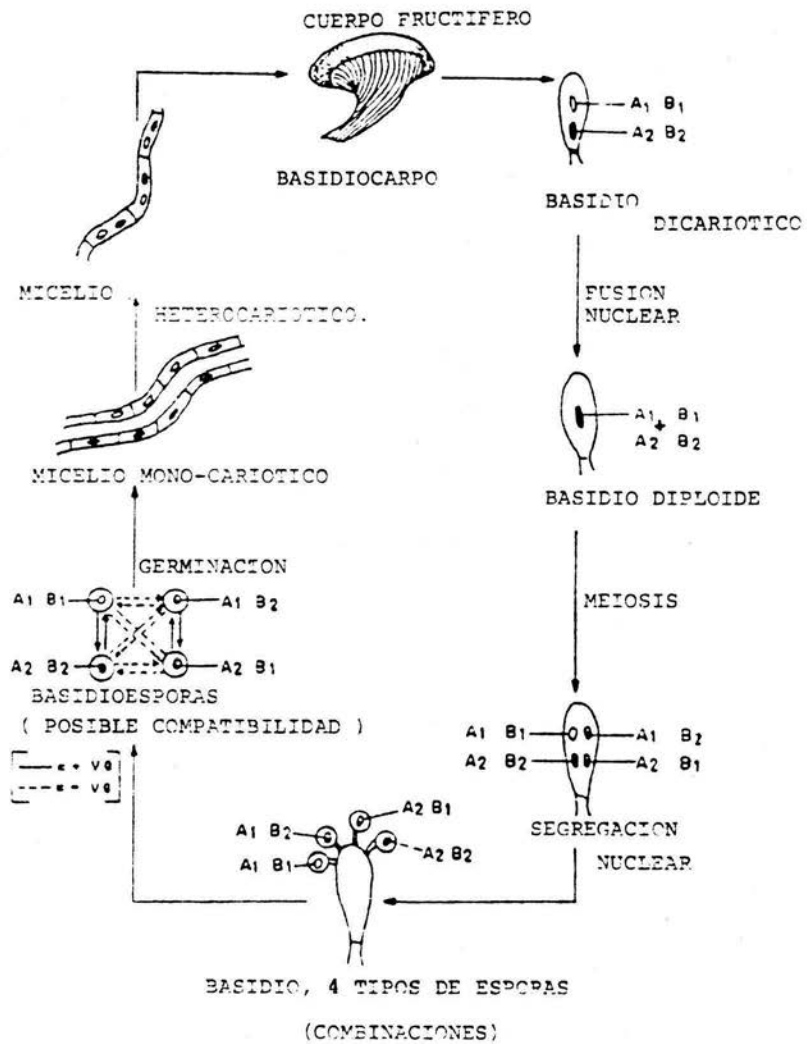


Figura No. 6, Ciclo de vida para el hongo *Pleurotus sp.*
 (Rajathnam S. and Bano Z. 1987).

1.2 Justificación.

El desarrollo del cultivo del hongo Pleurotus ostreatus, ha generado el diseño de diferentes tipos de soportes para facilitar su manejo y la optimización de espacio, estos soportes están de acuerdo a el presupuesto e interés del cultivador, por lo que los soportes utilizados van desde una simple cazuela, cajas de alambre, tinas de metal y plástico, hasta las llamadas literas y estacas, generalmente en cultivos de nivel industrial o piloto, se reporta la utilización de la litera como soporte para las bolsas de plástico que contienen el sustrato ya inoculado con el micelio del hongo, este método es uno de los más tradicionales, sin embargo, las necesidades de espacio han hecho que los cultivadores diseñaran otros métodos alternativos para soportar las bolsas. La utilización de bolsas largas para formar cilindros de sustrato, que es una modificación al método de Zadrazil (1978), empleado por los cultivadores mexicanos que a su vez lo acondicionan a sus necesidades.

Existen trabajos que reportan el uso de los soportes denominados como estacas, cilindros y torretas, donde dichos soportes son modificaciones al método descrito por Zadrazil. Citando a algunos, Guzmán et. al. 1993, menciona la posible utilización del método con diferentes modificaciones para un mejor manejo del espacio. Por ejemplo, una de las modificaciones consiste en que las bolsas son de 60 X 100 cm. y es necesario colocarles un tubo de plástico de unos 5 cm. de diámetro y de 1 a 1.2 m de largo el cual tendrá 4 hileras de pequeñas perforaciones a todo lo largo del mismo excepto en los extremos. Estos cilindros, pueden contener de 20 a 22 kilogramos de sustrato húmedo, y su colocación durante la incubación, es vertical. Una variante a este sistema se puede realizar con el método llamado de estacas, para ello se fabrican bases redondas o cuadradas de cemento, incrustando un tubo al centro, que puede ser de plástico o metal o aun mejor con bambú como es reportado en la india por Rajathnam S., y Bano Z. 1987, (donde mencionan las características y beneficios del cultivo de Pleurotus basados en las modificaciones realizadas al método mencionado), el cual soporta las bolsas con sustrato, insertandolas una encima de la otra o dando forma a un cilindro, optimizando el espacio en la nave (Guzmán et al., 1993). Y Valencia, Garin, Esparza y González 1993 (entre otros de los cuales solo se tienen referencias verbales de sus trabajos con este tipo de soporte), realizan en el laboratorio de Biotecnología y Etnobotánica de la U.N.A.M. Campus Iztacala, diferentes trabajos que tuvieron la finalidad generar información sobre cual soporte permitirá mejorar la producción en el cultivo del hongo Pleurotus, utilizando como sustrato el rastrojo de maíz, donde la eficiencia biológica obtenida, reporta el 54% para el soporte de literas y el 66% para el soporte de torretas, concluyendo, que la utilización del soporte de torretas, permite obtener mejores rendimientos en la producción de hongos frescos.

En las últimas fechas, el desarrollo de la investigación sobre el cultivo de los hongos comestibles, en especial el género Pleurotus, ha dado pauta para el surgimiento de apoyos privados e institucionales para el desarrollo de plantas productoras de hongos, sin embargo la información

necesaria para la realización de esto, se encuentra muy dispersa en diferentes fuentes, sobre todo en lo que se refiere a los trabajos realizados en el país, que en su mayoría se concentran en estudios bioquímicos, nutricionales y fisiológicos, en donde participan varias instituciones, algunos trabajos generan información sobre la producción de hongo fresco y manejan datos sobre la posible instalación de plantas productoras a un bajo costo, sin señalar un dato aproximado sobre este costo, y el proceso para la creación de la planta. se debe mencionar que en el año de 1993, Gastón Guzmán publica el libro "El cultivo de los hongos comestibles", con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales, donde se recopila la información necesaria para la instalación y funcionamiento de una planta productora de hongos del género Pleurotus, entre otros, haciendo mención de las técnicas a utilizar desde la obtención del micelio ha la producción de cuerpos fructíferos, en un lenguaje accesible para la mayor parte de personas, sin embargo, el lector debe de conocer mínimamente el manejo de algunas técnicas que aquí se mencionan.

También en este año, 1993, Aguilar, Martínez-Carrera, et al., reportan un análisis sobre los costos que se realizaron durante la formación de la planta piloto de producción de hongos comestibles en Cuetzalan Puebla, que tuvo la intervención de una sociedad cooperativa de campesinos, el gobierno del Estado y el asesoramiento de el Instituto de Ecología de Xalapa Veracruz, detallando el gasto realizado para cada paso en la construcción y procesos para la producción de hongos en la planta.

Existe un reporte sobre el funcionamiento de cinco plantas de producción de hongos del género Pleurotus, localizadas en el Estado de Veracruz, dos en Xalapa, una en Orizaba, otra en el Fortín y otra en Coatepec, (Martínez-Carrera, 1991); además de diversas instituciones nacionales que de alguna forma se relacionan con los hongos comestibles, ver apéndice A".

En nuestro país, el cultivar a los hongos comestibles, era casi un mito, ya que la falta de conocimientos sobre ello era una limitante de gran importancia, sin embargo, el interés y el avance actual en las investigaciones realizadas por los micólogos nacionales, así como el desarrollo de la biotecnología de manera general en el país, ha permitido la realización de mayores avances en los estudios sobre el cultivo de hongos comestibles, esto ha generado en consecuencia un interés por este cultivo, que aparentemente presenta facilidad y sencillez para su realización, por lo que el surgimiento de nuevas empresas dedicadas a este cultivo, demanda, la preparación y capacitación de el personal y/o nuevos cultivadores, dado que se requiere de experiencia e instalaciones para un desarrollo eficiente de la planta productora de hongos, dos factores que muchas veces no se valoran adecuadamente, en este sentido, el Instituto Nacional de Investigaciones sobre los Recursos Bióticos (INIREB), realizó trabajos de investigación muy importante para el desarrollo del conocimiento sobre el cultivo de los hongos del género Pleurotus, durante el período que va de 1984 a 1989, posteriormente, a partir de este año la labor se continua por el Instituto de Ecología, desarrollando un programa de investigación tendiente al cultivo de hongos

comestibles sobre residuos agro-industriales, impartiendo cursos de adiestramiento sobre este cultivo, motivado por la demanda en relación con la inquietud de cultivar tales organismos, incrementandose no solo en las instituciones gubernamentales, sino también en la iniciativa privada e instituciones universitarias del país.

El interés en la realización del presente trabajo, es la de proporcionar los datos sobre la funcionalidad en la modificación de un soporte que resulte ser más óptimo en la utilización del espacio de la nave y que genere mayor producción de cuerpos fructíferos, utilizando substratos conocidos y trabajados con anterioridad por otros autores, como son la paja y el rastrojo de maíz, efectuando un mezcla 1-1 como un tercer substrato, reportando las modificaciones realizadas a las técnicas estandarizadas por los investigadores mexicanos para el cultivo del hongo Pleurotus. La realización de una estimación de los costos de producción, es con la finalidad de concentrar los datos necesarios para que el presente trabajo sea más completo, dando la información sobre la realidad, un poco más aproximada, que implica la implementación de una planta de producción de hongos comestibles urbana a nivel piloto.

1.3 Objetivos.

Generales:

1.- Establecer las bases metodológicas para la producción de Pleurotus sp en el soporte de torreta.

2.- Estandarizar las técnicas y procedimientos para el cultivo de Pleurotus sp utilizando el soporte de torretas.

Particulares:

1.- Obtención del inóculo de primera , segunda y tercera generación, a partir del micelio crecido en medio agar extracto de malta (E.M.A), de la cepa comercial seleccionada.

2.- Producción a nivel laboratorio de los cuerpos fructíferos de la cepa cultivada en los sustratos elegidos y la utilización de los soportes, literas y torretas.

3.- Caracterización de los cuerpos fructíferos obtenidos por medio de la determinación de sus caracteres morfológicos.

4.- Determinación de la eficiencia biológica en los sustratos y soportes.

2.0 Material y Métodos

Material biológico;

La cepa que se utilizó, fue una cepa comercial extranjera del hongo del género Pleurotus ostreatus, obtenida de la fábrica Hongos Leben de México, por lo que así se denominó dentro del laboratorio, cepa "Leben".

Los substratos utilizados fueron paja de cebada y rastrojo de maíz, estos se adquirieron en un local comercial de semillas y forrajes localizado en el Municipio de Tlalnepantla Edo. de México, al igual que la semilla de trigo._

El primer paso , consistió, en seleccionar la cepa comercial con la cual se trabajó. esto implicó la inoculación de 3 diferentes cepas de Pleurotus ostreatus (Leben, Pleus e INIREB), que se encontraban ya dentro de el laboratorio de Biotecnología, las cuales son renovadas periódicamente para su conservación utilizando agar extracto de malta, en este mismo medio, se realizó el proceso de selección de la cepa mediante el crecimiento del micelio, efectuando varios ensayos, en donde demostró mayor vigor y rapidez de invasión, la cepa seleccionada fue la denominada Leben. (Ver figura No. 7).



Figura No. 7, Cepa Leben, del Hongo Pleurotus ostreatus.

Este trabajo de selección, consistió en el crecimiento de la cepas en medio agar, al que se le aplicó la prueba de esterilidad, al término de ella, se inoculó el micelio de cada cepa en 7 cajas de petri de la siguiente manera; se tomó una caja de petri con micelio de cada cepa, se introducen en la campana de siembra junto con las cajas de petri esterilizadas y con medio E.M.A., con un sacabocado echo con una jeringa de plástico, previamente esterilizada, se cortan muestras de un centímetro de diámetro cada una y se colocan en cada caja de petri, se trasladaron a la incubadora donde permanecen por un período de 15 días en observación diaria y a una temperatura de 28-30 grados centígrados. Durante la observación, se midió el crecimiento de invasión de la caja, por medio de un sistema diseñado para tal efecto, el cual consistió en marcar una base de caja de petri haciendo círculos cada dos milímetros, esta base se sobrepone en la caja inoculada, de esta forma se toman los datos del crecimiento. La medida esta en el intervalo de 1 a 4.4 cm.

Después de la selección de la cepa, se preparó la semilla de trigo (5 k), procurando que estuviera lo más fresco posible, este se lavo adecuadamente con agua corriente, hasta dejarlo limpio de basura y tierra, se dejo remojando durante 24 hrs. y después se escurrió el exceso de agua por un período de 1 hora. Posteriormente se colocó en frascos de vidrio limpios, con capacidad de un litro, llenando estos últimos hasta las dos terceras partes de su capacidad, se taparon y se esterilizaron en una olla presión, durante 40 minutos y a 121 grados centígrados con 15 libras de presión, pasado este tiempo, se dejan enfriar fuera de la olla hasta lograr la temperatura ambiente, se trasladan a al cámara de siembra, la cual se limpió con anterioridad utilizando hipoclorito al 10% y/o alcohol de 96 grados, en donde son inoculados con el micelio de la caja de petri, para esto, en un campo estéril, se toma la caja de petri y un bisturí, con el que se efectúan cortes de aproximadamente 1 cm cuadrado, con el mismo bisturí, se toma de uno a tres cuadritos de agar con micelio colocándose en los frascos con trigo estéril, después estos frascos se colocaron en una cámara oscura para su incubación durante 15 días, a una temperatura de 28-30 grados centígrados, obteniendo el frasco primario del inóculo.

Para la obtención del frasco secundario del inóculo, el proceso consistió en la preparación de 20 frascos, previamente limpios, llenados con trigo preparado y esterilizados, en la cámara de siembra, dichos frascos, fueron sembrados con el inóculo obtenido en los frascos de la primera generación, utilizando una cuchara esterilizada, a cada frasco se la agregan dos o tres cucharadas del trigo con micelio, posteriormente los frascos se incuban durante 15 días en una cámara oscura a temperatura ambiente.

Al termino de este tiempo, nuevamente se repite el proceso anterior, utilizando otros 20 frascos, que después de la incubación en la cámara oscura, se encuentran listos los frascos terciarios del micelio, para su utilización en la siembra de los substratos.

La siembra en el substrato, se realizó de la siguiente forma; como primer punto se coloca el substrato en un cesto diseñado de acuerdo a las proporciones del recipiente, el cual fue un tambo de lamina con una

capacidad de 200 lts., en donde son remojados durante 24 hrs., pasado este tiempo, se inicia la pasteurización. Esta consistió en calentar el agua con el substrato durante 60 minutos a una temperatura de ebullición, terminado este tiempo, se extrae el cesto con el substrato y se deja escurrir para desechar el exceso de agua, posteriormente se traslada a la mesa de siembra, que se encuentra limpia y desinfectada con hipoclorito, el substrato se colocó en la mesa esparciendolo para que disminuya su temperatura, después se tomó el inóculo de tercera generación y con una cuchara se removió dentro del frasco para poder utilizarlo y colocarlo en el substrato. Posteriormente se procedió a la siembra en el substrato elegido, este proceso consistió en la colocación e introducción de el substrato en las bolsas y cilindros de polietileno y los soportes alternando la inoculación de el micelio en el substrato, ambos procesos se realizaron manualmente. Para el presente trabajo, las modificaciones consistieron en que las bolsas miden 30 X 40 cm. los cilindros miden 30 X 100 cm., con una capacidad de 1.5 kg. y 9 kg. respectivamente, las torretas son colgantes, presentando un retén de plástico para que no exista desplazamiento por gravedad, ver figura No. 8, realizada la siembra, el proceso se realizó con tres replicas, utilizando bolsas de polietileno con medida de 60 X 100 cm., las cuales fueron cortadas a la mitad y unidas con cinta adhesiva dándonos así los cilindros, las bolsas se colocan en una cámara oscura para la incubación a temperatura ambiente, ver figura No. 9, y también en el caso de los tubos o torretas, solo que estas al tener un soporte diferente, se cuelgan en otra cámara oscura diseñada especialmente para ello. La incubación de ambas duro de 10 a 15 días, durante este período, se llevo a cabo una revisión constante para observar el desarrollo del micelio y detectar si existía contaminación, así mismo la observación determino la perforación de ambas bolsas, proceso que se realizó a los 8 días después de la siembra, para el intercambio de gases durante el desarrollo del micelio al invadir el substrato.



Figura No. 8, soporte de torreta con substrato y micelio.



Figura No. 9, soporte de literas con substrato y micelio.

Después de obtener la invasión total del substrato, en las diferentes bolsas, estas se trasladaron a la cámara de fructificación, a una temperatura ambiente, para obtener la producción de los carpóforos. Ver figuras No. 10 y 11. Las bolsas de ambos soportes son abiertas para la obtención de los primordios, los cuales brotaron a los 8 días de ser abiertas las bolsas, estos se desarrollaron durante los tres días posteriores, dando los carpóforos o cuerpos fructíferos que fueron cosechados por medio de un corte en el estipite, procurando no romper la uniones del micelio, los cuerpos fructíferos fueron pesados y medidos para cada bolsa y torreta de cada substrato.

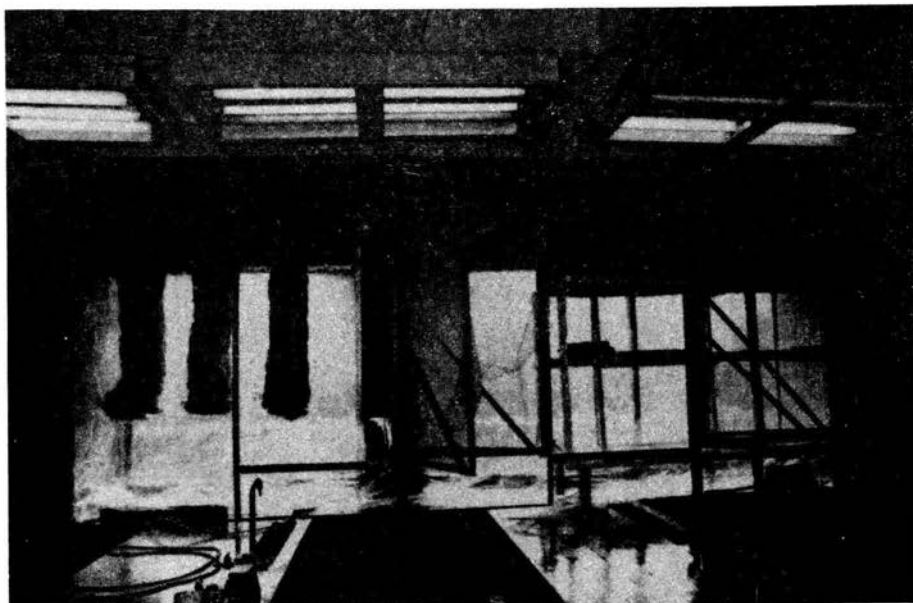


Figura No. 10, Cámara de fructificación.

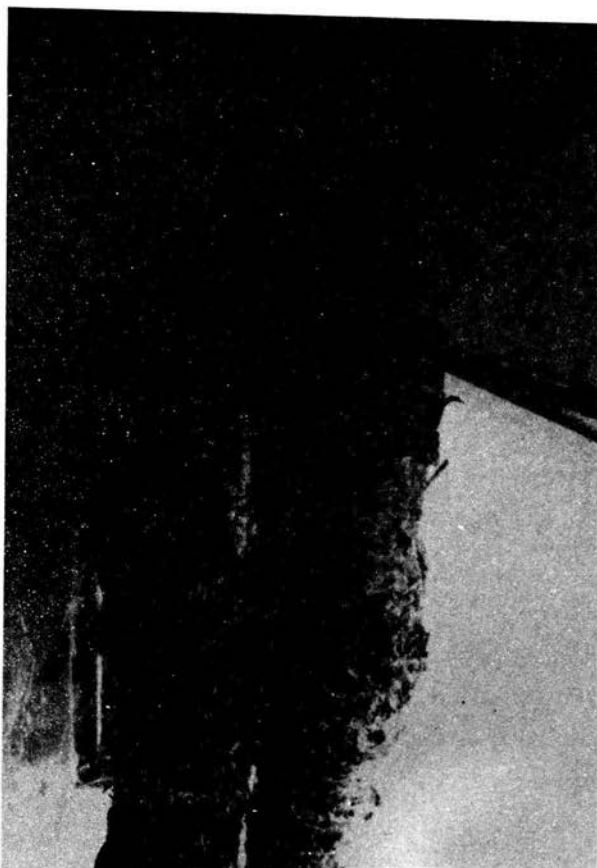


Figura No. 11, Torretas colgantes en la cámara de fructificación.

Con las cosechas obtenidas, se procedió a calcular las Eficiencias Biológicas para la producción total por bolsa en el soporte de literas y torretas

Posteriormente se realizó la caracterización de los cuerpos fructíferos obtenidos, seleccionando a los organismos en las diferentes tallas que se presentaron al término de cada cosecha, ver figura No. 12, es decir, que se realizan un total de tres cortes o cosechas para cada uno de los substratos y para cada soporte, ya sea bolsa o torreta, dicha caracterización consistió en la definición de los caracteres morfológicos de los carpóforos obtenidos, utilizando el manual del curso de Botánica II (Estrada Torres, A. 1991).



Figura No. 12, carpóforo tierno del hongo Pleurotus ostreatus.

Para la obtención de las eficiencias biológicas se utilizó la siguiente formula;

$$\% \text{ E.B.} = (\text{ P F H } / \text{ P S S }) \times 100.$$

donde ;

P F H = peso fresco del hongo

P S S = peso seco del substrato.

La determinación de la humedad se efectuó de la siguiente forma:

Se tomaron muestras de los tres substratos de manera aleatoria con tres repeticiones, se colocaron en una charola de papel aluminio y se pesaron, se anotó el peso inicial de cada muestra con sus repeticiones, para el rastrojo de maíz, para la paja y para la mezcla, las mediciones de los pesos se realizaron en la balanza analítica, las muestras de substrato húmedo, fueron tomadas directamente en el momento de la siembra, se colocaron posteriormente en la estufa para ser secados a una temperatura de 90 grados centígrados durante 24 hrs., después de este tiempo, se trasladaron a un desecador durante 30 minutos y se pesaron las muestras una por una en la balanza, repitiendo la acción hasta lograr un peso constante.

Los datos que resultaron de el peso seco de los substratos, fueron utilizados para obtener el porcentaje de humedad para cada substrato, por medio de la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = (\text{gmh} - \text{gms}) / \text{gmh} \times 100.$$

donde;

gmh = gramos muestra húmeda.
gms = gramos muestra seca.

El soporte de literas, presenta tres niveles, en el primero se pusieron las bolsas con substrato paja, en el segundo, se colocaron las bolsas con substrato rastrojo y el tercero las bolsas con substrato mezcla, el total de bolsas por nivel fue de 18.

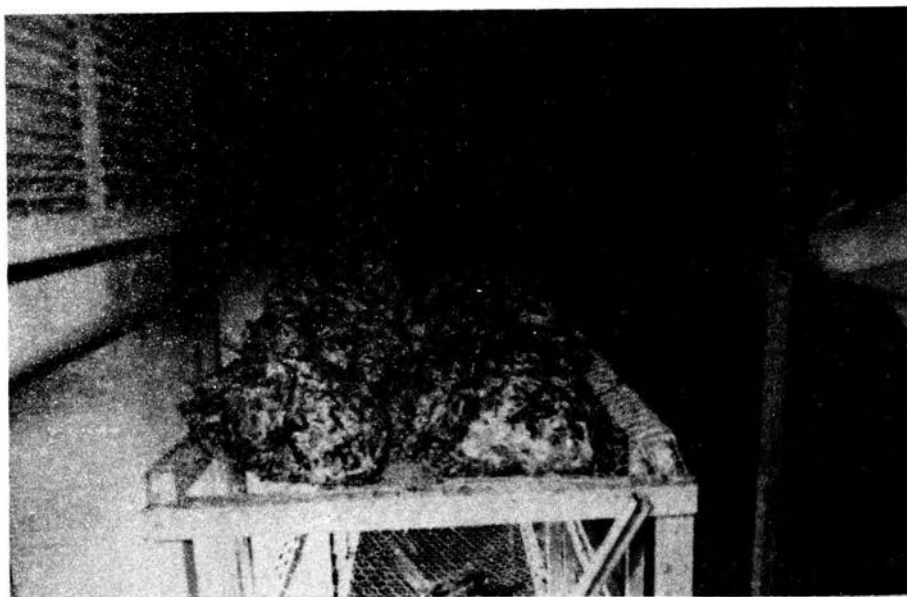


Figura No. 13, soporte de literas.

Diagrama de flujo:

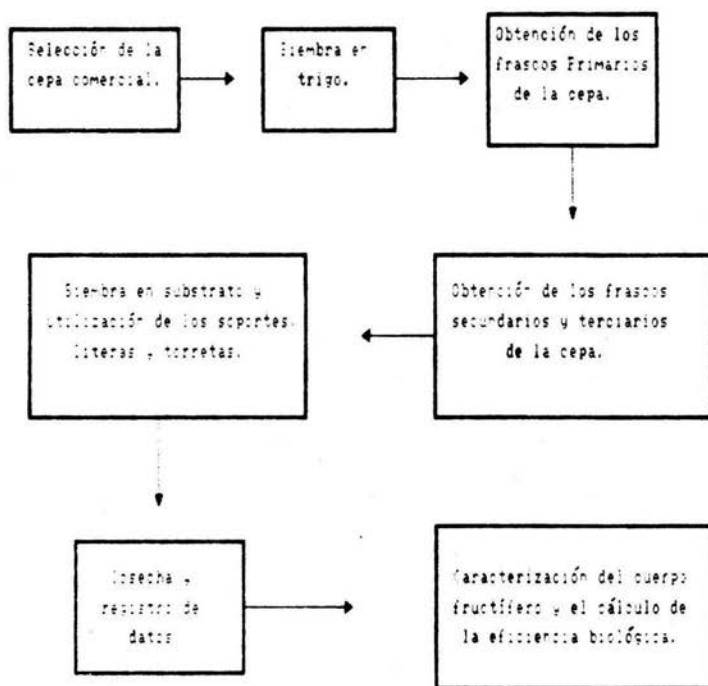


Figura No.14, Diagrama de flujo de la secuencia metodológica seguida para el desarrollo del presente trabajo.

Para el análisis de los resultados, se estableció la utilización de un análisis de varianza factorial, en primer lugar, este análisis permitió determinar cual es el mejor tratamiento con respecto al soporte, el substrato utilizado y la eficiencia biológica obtenida en el trabajo realizado, mostrando en los resultados estadísticos cual tratamiento es mas eficiente, también se calculó la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV), ambos muestran las posibles variaciones dentro de los resultados obtenidos.

Arreglo de las unidades experimentales.

Para la descripción del presente trabajo y un mejor entendimiento en el documento, se tomó la decisión de dar una nomenclatura a las unidades experimentales, facilitando el manejo de la información que aquí se proporciona, como es el seguimiento de los datos en las tablas, gráficas y análisis de resultados, por lo que se designa la siguiente simbología:

Grupo I	Lrm1 Trm1	Lp1 Tp1	Lm1 Tm1
Grupo II	Lrm2 Trm2	Lp2 Tp2	Lm2 Tm2
Grupo III	Lrm3 Trm3	Lp3 Tp3	Lm3 Tm3

L= soporte literas

T= soporte Torretas

rm= Rastrojo de maíz (substrato).

p= Paja (substrato)

m= Mezcla 1-1 (substrato)

1,2,3.= No. de repetición.

Donde se designa que cada grupo, presenta seis unidades experimentales, además cada una de ellas define en su nomenclatura el tipo de substrato y soporte que se utilizó.

De esta manera, la identificación de las unidades experimentales dentro de la cámara de fructificación, se observa en las figuras No.15 y 16, donde se muestra la distribución de estas unidades, anotando la simbología para su mejor localización.

Distribución de los soportes en la cámara de fructificación.

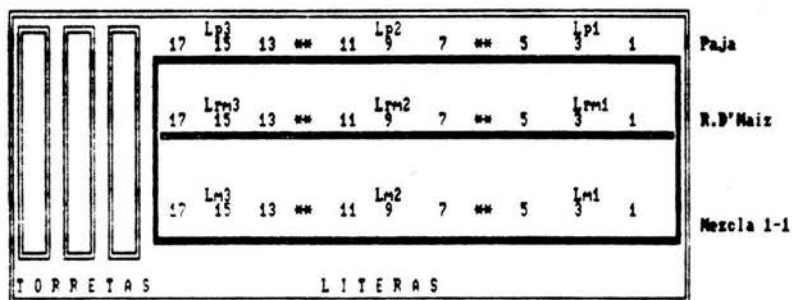


Figura No. 15, vista frontal de la cámara de fructificación, distribución de las unidades experimentales para el soporte de literas, indicando la posición de los grupos.

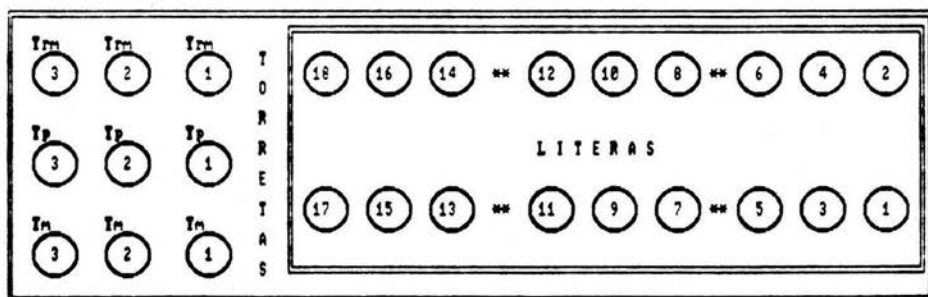


Figura No. 16, vista superior de la cámara de fructificación, se muestra la distribución de las unidades experimentales con respecto al soporte de torretas, también se indica la colocación de los grupos experimentales y su disposición en las literas. En ambas figuras se muestra la posición de los soportes, observándose los espacios que ocuparon dentro de la cámara.

El cuadro, No 1, muestra el arreglo de las unidades experimentales para el soporte de literas y torretas, con sus tres replicas.

Repeticiones	Grupo	Substratos			Total Bolsas #	
		R. D' Maiz	Paja	Mezcla		
No. 1	I	Literas	Lrm1. (6)	Lp1. (6)	Lm1. (6)	18
		Torretas	Trm1	Tp1	Tm1	3
No. 2	II	Literas	Lrm2. (6)	Lp2. (6)	Lm2. (6)	18
		Torretas	Trm2	Tp2	Tm2	3
No. 3	III	Literas	Lrm3. (6)	Lp3. (6)	Lm3. (6)	18
		Torretas	Trm3	Tp3	Tm3	3

Cuadro No. 1, arreglo de las unidades experimentales y los grupos de trabajo para el soporte de literas y torretas con sus repeticiones.

Como se observa, la forma de trabajo con respecto al manejo de las literas, cada bolsa contiene 1.5 kilogramos de substrato, por lo que la suma del peso de cada 6 bolsas equivale a 9 kilogramos de substrato, sumando un total de 27 kg. por cada 18 bolsas.

Para el soporte de torreta, el contenido de substrato fue de 9 kilogramos por cada una, que es el equivalente a 6 bolsas de el anterior proceso, y de este también se realizaron tres replicas.

La equivalencia en el peso húmedo de los substratos, indica que para cada substrato el peso utilizado de cada uno de ellos es de 27 kg. de substrato para las literas y 27 k. de substrato para las torretas, sumando 54 kg. por substrato, por lo que el total de rastrojo de maíz utilizado fue de 81 kg. y otro tanto igual de paja, haciendo 162 kg. de substrato húmedo procesado en el proyecto.

3.0 Resultados y discusión

Los ensayos realizados para la selección de la cepa, mostraron que la cepa "Leben" fue la mejor para los fines de este trabajo, durante el proceso se utilizaron tres cepas comerciales de el hongo Pleurotus, denominadas en el laboratorio como; " Leben ", " Pleus " e " INIREB ". La cepa Leben, logra la invasión total en un termino de 10 días, mostrando mayor vigor y limpieza (estos términos se utilizan para definir la fuerza de la cepa durante el crecimiento y la ausencia de contaminación por otros hongos o bacterias), presentando un promedio de 0.44 cm. de crecimiento diario, en comparación con las otras cepas que alcanzan la invasión total en un tiempo de 15 días y un promedio de crecimiento de 0.3 cm. diarios. Ver figura No. 17.

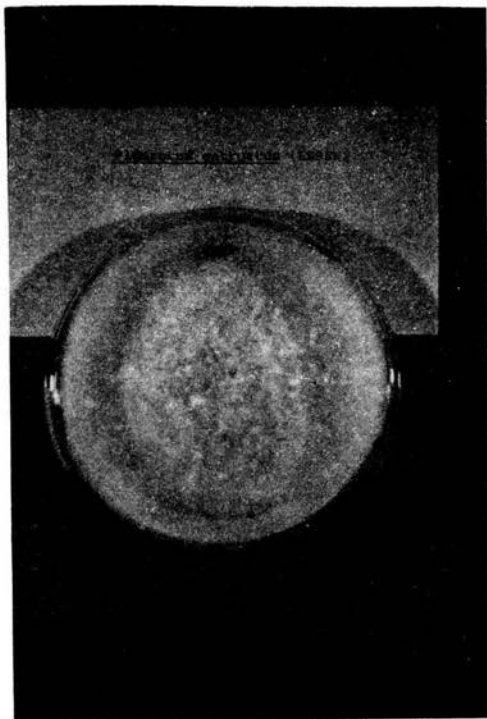


Figura No. 17, cepa Leben del hongo Pleurotus ostreatus.

El tiempo total para la obtención de los frascos primarios, secundarios y terciarios del inóculo, fue de 45 días, es decir 15 días para cada proceso, la cepa, presentó mayor velocidad de crecimiento.

En el cuadro No 2, se muestran los datos obtenidos con respecto al peso del substrato húmedo, que es el peso total de la bolsa con substrato inoculado, 1.5 kg., peso que fue homogéneo para los tres tipos de substratos. Los datos del porcentaje de humedad y peso seco, presentaron una variación entre ellos, la cual es dada por la diferencia en la humedad retenida por los substratos.

Substrato	Substrato húmedo por bolsa (kg)		Humedad (%)	Substrato seco por bolsa en g.	
	literas	Torretas		literas	Torretas
Rastrojo	1.5	9.0	80.6	0.291	1,750
Paja	1.5	9.0	73.2	0.402	2,410
Mezcla	1.5	9.0	78.1	0.328	1,970

Cuadro No. 2, datos obtenidos para ambos substratos señalando, el peso húmedo, el % de humedad y el peso seco para los dos soportes.

Los datos de la producción por bolsa en cada cosecha y en cada substrato para ambos soportes así como sus porcentajes y eficiencia biológica, se muestran en los Cuadros No.3,4,5,6,7,8 y en las figuras No. 23, 24 y 25 (Ver anexo). En promedio en cada cosecha se presentó un intervalo de tiempo de 8 días, que en total suman 24 días para el término de la producción, las cosechas fueron pesadas de manera individual para cada bolsa.

Además cabe la observación sobre el hecho de que la producción de hongos frescos no es homogénea, en la primera cosecha es mayor, disminuyendo en las siguientes, este hecho esta relacionado con el crecimiento y la alimentación del micelio, que va degradando y agotando las moléculas de los compuestos lignocelulósicos de los substratos, estos resultados se dan en la utilización del soporte denominado como "literas", cuantificándose 18 bolsas con substrato e inóculo. Para la bolsa señalada con el No. 18, en este proceso, no se registro producción debido a la presencia de contaminación dada por el hongo Penicillium, creando una competencia por el substrato, la cual eliminó el micelio inoculado en su totalidad.

Para señalar la productividad en los distintos soportes, se muestra en el cuadro No. 9, las eficiencias biológicas promedio, obtenidas por unidad experimental, así como los datos de la desviación estándar, el coeficiente de variación y la media de medias.

Soporte	Substrato	Unidad experimental	Promedio del % de la Eficiencia Biológica	s	cv	Media de medias
literas	R.D'Maiz	Lm1	38.6	18.1	2.1	33.3
		Lm2	33.8	6.9	5.7	
		Lm3	27.5	25.4	1.4	
literas	Paja	Lp1	33.4	7.8	4.3	30.3
		Lp2	33.1	9.1	3.6	
		Lp3	24.4	5.8	6.2	
literas	Mezcla 1-1	Lm1	34.9	14.2	1.9	34.5
		Lm2	36.1	9.8	2.5	
		Lm3	32.6	10.2	3.2	

Cuadro No. 9, La eficiencia biológica, la media, la desviación estándar, el coeficiente de Variación y la media de medias, en el soporte de literas para los tres substratos. Con respecto a la media de medias los datos que se anotan, son resultado del promedio de las tres repeticiones.

Los datos sobre las medias de las eficiencias biológicas, obtenidas de las unidades experimentales, que se muestran en la tabla anterior, se observan en la figura No. 18, esta figura representa gráficamente los datos de los grupos experimentales para cada soporte, con la nomenclatura mencionada con anterioridad.

% E. BIOLÓGICA Soporte Literas

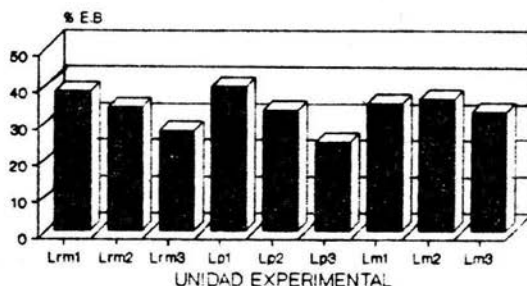


Figura No. 18, Gráfica de la eficiencia biológica del soporte de literas.

La producción que se muestra en el cuadro No. 10, es la resultante de el proceso con la utilización de el soporte denominado torretas, de igual manera, se muestran los datos de producción, por cosecha, el total y la eficiencia biológica, con los datos estadísticos; la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación, en promedio para sus tres repeticiones.

Substrato	Unidad experimental	Producción por cosecha			Total	% de E. B.	Prom E. B.	s	cv
		No. 1	No. 2	No. 3					
R.D'Naiz	Trm1	472.0	304.0	179.2	955.2	54.6	75.6	23.4	3.2
	Trm2	773.0	349.0	125.0	1247.0	71.3			
	Trm3	1142.9	414.0	207.9	1764.8	100.8			
Paja	Tp1	600.0	301.6	195.7	1097.3	45.5	40.9	7.5	5.5
	Tp2	127.0	385.2	264.4	776.6	32.2			
	Tp3	541.7	426.0	114.3	1082.0	44.9			
Mezcla 1-1	Tm1	505.0	465.0	149.9	1119.9	56.8	51.2	5.2	9.8
	Tm2	527.5	229.0	236.1	992.6	50.4			
	Tm3	234.1	517.0	165.1	916.2	46.5			

Cuadro No. 10, producción por cosechas, sus totales, Eficiencia Biológica, el promedio de la E. B., su desviación estándar y el coeficiente de variación por unidad experimental en el soporte de torretas, para los tres substratos.

En la figura No. 19, se muestra gráficamente los datos en referencia a la eficiencia biológica resultante de las unidades experimentales para el soporte de torretas.

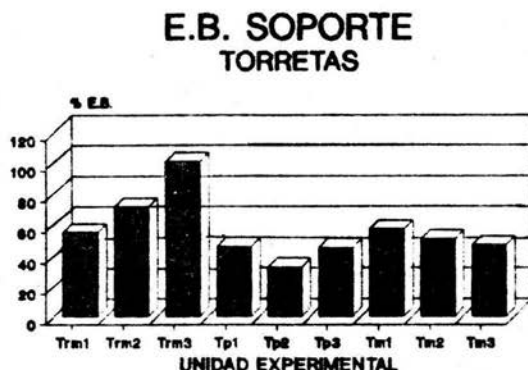


Figura No. 19, Gráfica de la eficiencia biológica en torretas.

Puede observarse en los anteriores datos, que al igual que en el proceso de literas, la producción de hongos frescos es mayor en las primeras cosechas, en la generalidad, disminuyendo en las siguientes, mostrando variación entre la producción de las torres con el mismo sustrato, en sus repeticiones, sin embargo, en las unidades experimentales Tp2 y Tm3, se muestra que la producción fue mayor en la segunda cosecha, esto puede ser causado por la presencia de contaminación, que fue controlada manualmente y la distribución en la nave.

En este punto, se debe mencionar que en ambos soportes se presentó una contaminación dada por otro hongo Penicillium, la observación sobre este hecho es con la finalidad de aclarar que la presencia de este hongo resulto ser de importancia en la producción para las unidades experimentales de el soporte de literas, dado que disminuyó la producción en algunos casos y en otros, no hubo crecimiento.

Los datos obtenidos en cuanto a la producción de hongos frescos por soporte se presentan a continuación, la comparación que se muestra, es con respecto a el total de hongos frescos obtenidos por soporte de cada unidad experimental, las repeticiones de cada tratamiento y la producción total por sustrato (ver cuadro No. 11).

Substrato	Gramos de hongos frescos por soporte		Total (g)
	Literas	Torretas	
Rastrojo de maíz	1742.7	3967.0	5709.7
Paja de cebada	2476.4	2955.6	5432.0
Mezcla 1:1	2042.0	3028.7	5070.7

Cuadro No. 11, producción de hongos frescos en gramos por substrato, para ambos soportes y el total del peso de los hongos frescos por substrato.

Se observa que la mayor producción fue para el substrato denominado rastrojo de maíz, en el soporte torretas, siguiendo el substrato paja y mezcla respectivamente.

El cuadro No. 12, muestra los datos de las eficiencias biológicas obtenidas en ambos procesos, observándose una eficiencia biológica más alta en el soporte de torretas y en el substrato rastrojo de maíz y en relación con las eficiencias reportadas por Acosta-Urdapilleta *et al.* en 1988 para el Tamo de maíz, 186 %, y para el clote de maíz, 50 %, son menores.

Substratos	Promedio del % S.B. por unidad experimental en literas	Promedio del % S.B. por unidad experimental en torretas
Rastrojo de maíz	33.2	75.6
Paja de cebada	34.2	40.9
Mezcla 1:1	34.5	51.2

Cuadro No. 12, la eficiencia biológica promedio para ambos soportes.

La figura No. 20, muestra gráficamente los datos señalados en el cuadro anterior.

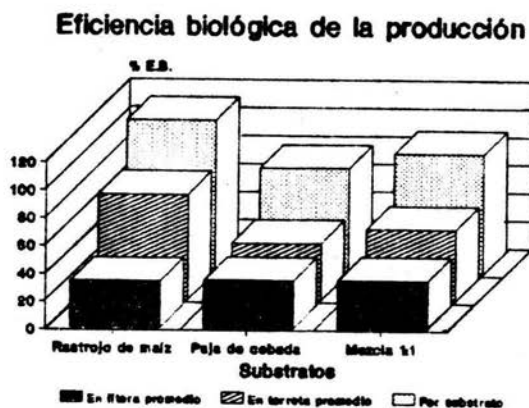


Figura No. 20, Gráfica de los promedios de las eficiencias biológicas para los sustratos en ambos soportes.

Los cuadros 13 y 14, nos muestran un resumen de los resultados obtenidos, se anota que los resultados de la producción, son los promedios de las repeticiones, indicando la desviación estándar y la eficiencia biológica para cada uno de ellos.

Sustrato	% Humedad	Peso del sustrato		Peso de los hongos frescos por cosecha				% Eficiencia Biológica
		húmedo	seco	1	2	3	Total	
R. D. Maíz	80.6	27,000	5,250	1,159.0	434.2	149.7	1,742.7 s=520.5	33.2
Paja	73.2	27,000	7,230	1,624.3	582.5	248.1	2,454.9 s=717.8	34.0
Mezcla	78.1	27,000	5,910	1,354.2	586.1	101.7	2,042.0 s=631.6	34.6

Cuadro No. 13, Eficiencia Biológica para el soporte de literas, con el promedio de las tres repeticiones.

Substrato	% Humedad	Peso del sustrato		Peso de los hongos frescos por cosecha				% Eficiencia Biológica
		Húmedo	seco	1	2	3	Total	
R. D' Maiz	80.6	27,000	5,250	2,387.9	1,067.0	512.1	3,967.0 n=963.6	75.5
Paja	73.2	27,000	7,230	1,268.7	1,112.8	574.4	2,955.9 n=364.3	40.9
Mezcla	78.1	27,000	5,910	1266.6	1,211.0	551.1	3,028.7 n=398.0	51.2

Cuadro No. 14, Eficiencia Biológica para el soporte de torretas, con el promedio de las tres repeticiones.

La Figura No. 21, muestra en una gráfica los datos del promedio de la eficiencia biológica obtenida y la desviación estándar, para las unidades experimentales de ambos soportes en los diferentes sustratos, observándose las diferencias entre los tratamientos.

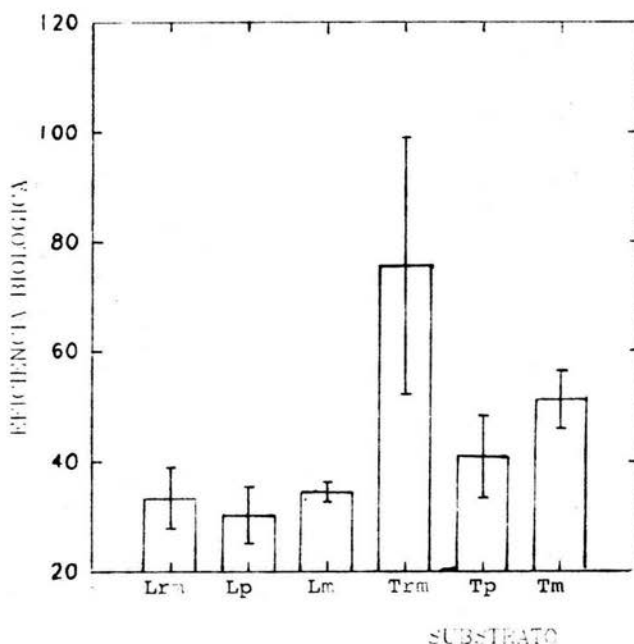


Figura No. 21, representación gráfica de los promedios de la eficiencia biológica y su desviación estándar.

En este sentido, el análisis estadístico realizado fue un análisis de ANOVA factorial, donde se señaló al procesar los datos, que la significancia debe ser $= < 0.05$.

El cuadro No. 15, señala los datos obtenidos al aplicar un análisis de varianza factorial, donde se procesaron los datos de ambos soportes y los tres substratos, en el anexo B, se muestran los datos que complementan el análisis estadístico, Cuadro No. 18.

Fuente de variación	Valor de F experimental	Valor de significancia (P)
Soporte	16.556	0.002
Substrato	3.806	0.052
Interacción	3.998	0.047

Cuadro No. 15, valores de F experimental y de significancia (P) obtenidos.

Este análisis arroja como resultados que existen diferencias estadísticamente significativas entre los soportes, no existen diferencias entre los substratos y si existe interacción entre ambas variantes (soporte-substrato).

Es de mencionar que, como resultado de este análisis, que el soporte de torreta, presenta mejores resultados en la producción y la optimización del espacio de la cámara de fructificación, con respecto a el soporte de literas.

En cuanto a los substratos, el análisis señala que la utilización de éstos es viable en ambos soportes.

La interacción señala que la utilización del substrato rastrojo de maíz y de la torreta como soporte, formaron la combinación que obtuvo mejores resultados en la productividad.

3.1 Caracterización del carpóforo

La caracterización de los cuerpos fructíferos del hongo obtenido.

A partir de la caracterización, se determinó que el cuerpo fructífero, presenta un pileo, flabeliforme, que a su vez muestra una textura seca, con una cutícula desprendible y lisa, su borde es entero y la forma del margen es enrollado hacia abajo, presento tres tamaños diferentes que sencillamente se denominaron como grande, mediano y chico, (ver figura No.22), en promedio las medidas son; pileo 5.23 cm., 4.82 cm. y 3.15 cm., su color es gris, con desvanecimiento hacia el estípote finalizando en un color crema, el contexto es carnoso y blanco, no cambia su color al corte, el himenio, presenta laminillas delgadas y cerradas una con otra y son recurrentes, el borde es liso y de consistencia quebradiza sin cambiar de color.



Figura No. 22, Tamaños de los carpóforos obtenidos.

4.0 Conclusiones.

Para este trabajo, los resultados que se obtuvieron en la producción de hongos frescos, demuestra que; el soporte más adecuado para su utilización fue la torreta, ya que optimizó el espacio en la nave, quedando este punto como una posible opción para ser utilizado y recomendado para un aumento de la producción de hongos frescos en una planta urbana, puesto que se puede aumentar el número de torretas y de substrato húmedo colocado en ellas sin efectuar grandes cambios en la nave o cámara de fructificación.

Con respecto a los substratos, el rastrojo de maíz fue el que logro obtener los mejores resultados en cuanto a la eficiencia biológica, utilizando el soporte de torretas, esta combinación, fue la que presentó la mejor producción en forma general en los tres substratos. Las características que presenta el soporte de torretas muestran sin duda que la torreta proporciona comodidad en su manipulación durante el riego y en las cosechas, así como la facilidad que proporciona para la limpieza de la cámara de fructificación durante la producción y al termino de ella. Por estas razones, los beneficios que resultan de utilizar las torretas para la producción de hongos de género Pleurotus serían suficientemente satisfactorios para el cultivador urbano, dado que muchas ocasiones la falta de espacio, hace que el productor se detenga en el progreso de su granja, planta o fábrica productora de hongos, a su vez, la utilización de otros substratos, fuera del convencional (la paja), entre los muchos que se generan como residuos o desechos agrícolas, brinda la oportunidad de contar con una o varias opciones para substituir el substrato en caso de escasez en la región donde se haya instalado la planta de producción.

Bibliografía.

- .- Acosta-Urdapilleta, L. et al. 1988. Aislamientos y caracterización de cepas de Pleurotus ostreatus y su cultivo en residuos agro-industriales en el estado de Morelos. Rev. Mex. de Mic. 4: 13-20.
- .- Aguilar A., Martínez-Carrera D., Parra F. Sánchez-Hernández M., Morales P. y Sobal M. 1993. Análisis económico y financiero de una planta rural de producción de hongos comestibles (Pleurotus) en Cuetzalan, Puebla, México. Micología Neotropical Apl. 6: 81-94. México.
- .- Aguilar V.A., Hernández M. S. y Ramírez B.S. 1982. Delignificación de rastrojo de maíz por Pleurotus ostreatus. (Tesis). U.N.A.M., Facultad de Química. 6-20, México.
- .- Alexopoulos C.J., Mims, C.W., 1985. Introducción a la Micología. Editorial Omega, Barcelona España. 41, 240, 421-543.
- .- Aspinall G. 1983. Molecular Biology The Polisacárides, Academic Press, U.S.A. 1: 166-171
- .- Calzada J.F. and Rolz C. 1990. Estimation of the growth rate of Pleurotus on stracked straw. Jurnal of Fermentation and Bioengineering, vol 69, No. 1: 70-71 **
- .- Castillo T.J. 1987. Micología general. Edit. Limusa. México. 142-144
- .- Chang T.S., Miles P.G., 1984. A new look at cultivated mushrooms. Bioscience, vol 34, No. 6: 358-362 **
- .- Chang T.S., Miles P.G., 1986. Mushrooms Technology. Mush. News Tropics. 4: 6-11 **
- .- Chang T.S., 1980. Mushrooms As Humand food. Bioscience, vol. 30, No. 6: 399-401. June. **
- .- Chang and Philip G. 1978. Edible mushrooms and their cultivation, cap.18. Academic Press. New York. 317-335.
- .- Chang and Philip G. 1978. Edible mushrooms and their cultivation, cap.14. Academic Press, New York. 265-291.
- .- Deacon J.W., 1988. Introducción a la Micología Moderna, Editorial Limusa. México. 11-388 **
- .- Delcaire J.R. 1978. Economies of Cultivated Mushrooms: in The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, Chang S.T. and Hayes W.A. Eds. Academic Press. New York. 787-790.

- .- Estrada Torres, A. 1991. Manual del curso de Botánica II. (modificado y corregido por; Frutis Molina I.), U.N.A.M., Campus Iztacala. 69-91.
- .- Fahn A. 1978. Anatomía Vegetal. Edit. Blume, Madrid, España. 31-34.
- .- Guzmán G., 1990. La Micología en México, una reseña histórica de sus tradiciones, inicios y avances. Rev. Méx. de Mic. vol 6: 11-28.
- .- Guzmán G., 1984, Los Hongos: Uso, Leyendas y Mitos. Ciencia y desarrollo. Nov-Dic, Año X, 59: 17-27.
- .- Guzmán G., 1980. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Editorial Limusa. México. 1-451
**
- .- Guzmán G., Martínez-Carrera D. 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. Ciencia y Desarrollo. CONACyT, 65: 41-48, México.
- .- Guzmán G., Mata G., Salmenes D., Soto-Velazco C. y Guzmán-Davalos L. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquiolmos y residuos agroindustriales. Instituto Politecnico Nacional. México. 1-245
- .- Herrera T., Ulloa M., 1990. El reino de los hongos. Micología básica y aplicada. Fondo de Cultura Económico y U.N.A.M., Cap. 16 y 17, 443-481. México.
- .- Leal Lara H. (A), 1985. El cultivo del champiñón y otros macromicetes comestibles. En; Perspectivas de la Biotecnología en México. Fundación Barrios Sierra. CONACyT. 235-257. México.
- ✓.- Leal Lara H. (B), 1985. La utilización microbiológica de los desperdicios lignocelulósicos. Potenciales y perspectivas. En : Perspectivas de la Biotecnología en México. Fundación Barrios Sierra. CONACyT, 93-114, México.
- ✓.- Martínez-Carrera D. et. al. 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. Bol. Soc. Méx. de Micología. No 19: 207-219.
- .- Martínez-Carrera D., 1989. Past and Future of Edible Mushrooms Cultivation in tropical America. Mushrooms science. vol. 12 (1): 795-805. ISMS, Germany.
- .- Martínez-Carrera D., Larke S.A., 1990. Biotecnología en la producción hongos comestibles. Ciencia y Desarrollo. CONACyT. No. 95: 53-64.
- .- Martínez-Carrera D. et. al., 1991. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo. Vol XVI No. 96: 33-43.

.- Mata G., Guzmán G., 1989. Hibridación entre una cepa mexicana de Lentinus boryanus y una asiática de Lentinulus edodes. Rev. Méx. de Micología. No. 5: 77-80 **

.- Mata G., Guzmán G., 1989. Caracterización de cepas mexicanas del hongo comestible Lentinus boryanus y determinación de su patrón de sexualidad. Rev. Méx. de Micología. Vol. 5: 81-95.

.- Mata G., Martínez-Carrera D. 1988. Estimación de la producción anual de residuos agro-industriales potencialmente utilizables para el cultivo de los hongos comestibles en México. Rev. Méx. de Micología. 4: 287-296.

.- Mampes C, Guzmán G, Caballero J, 1981. Etnomicología Purepecha: el conocimiento y uso de los hongos en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Serie Etnociencia, Cuaderno de Etnobiología No. 2, Dirección General de Culturas Populares y Sociedad Mexicana de Micología, A.C..

.- Rajathnam S. and Bano Z. 1988. Pleurotus Mushrooms Part 1B, Pathology, in vitro and in vivo growth requirements and world status. CRC, Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 26 (3): 243-311. CRC. press inc. Boca Raton, Florida U.S.A..

.- Rajathnam S. and Bano Z. 1987. Pleurotus Mushrooms Part 1A, Morphology, Life cycle, Taxonomy, Breeding and Cultivation. CRC. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 26 (2):157-223. CRC. press inc. Boca Raton, Florida. U.S.A.. **

.- Sánchez R.S. 1985. El desarrollo biotecnológico en México. En : Perspectivas de la Biotecnología en México. Fundación Barrios Sierra. CONACYT. 131-148. México. **

.- Singer R. 1986. The agaricales in modern taxonomy, Koeltz Scientific Books. Germany. 174-178

.- Simposium sobre el cultivo de hongos 1984. Memorias. Puebla Pue. México. 45-66

.- Soto-Velazco C., Guzmán-Davalos, Rodríguez. 1989. Cultivo del hongo Pleurotus ostratus sobre bagazo de maguey tequilero fermentado. Rev. Méx. de Micología. Vol. 5: 97-101.

.- Stamets P., Chilton J.S. 1983. A Practical Guide To Growing Mushrooms At Home. The Mushrooms Cultivator. Agarikon Press. Olympia, Washington. U.S.A. **

.- Torres J.J. et. al. 1973. Aprovechamiento de las maderas frondosas autóctonas para la producción de las setas comestibles. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid, España. 1-60. **

.- Valencia del Toro G., Garin M. 1990. Cultivo de hongos comestibles del género Pleurotus. expuesto en C.C.H. Azco. U.N.A.M. 1-9.

.- Valencia del Toro G., Garin M. Esparza V.M. y Gonzalez S. 1993. Evaluación de dos tipos de soportes, Literas y Torretas, para el cultivo del Pleurotus ostreatus. Memorias, 1er Symposium sobre los hongos comestibles en México. SARH, INIFAP, CENIDCOMEF. México.

.- Zadrazil F, 1978. Cultivation of Pleurotus. In The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, Chang S.T. And Hayes W.A. Eds, Academic Press, New York. 521-554.

Anexo

Bolsa No.	Primera cosecha en g.	Segunda cosecha en g.	Tercera cosecha en g.	Total en g.
1	36.4	12.0	6.3	54.7
2	45.9	36.3	12.3	94.5
3	115.9	37.8	10.1	163.8
4	56.5	9.0	4.2	69.7
5	121.1	47.0	13.0	181.1
6	71.7	28.5	9.2	109.4
7	90.7	26.8	11.0	128.5
8	63.2	13.0	5.0	81.2
9	60.0	46.2	15.7	121.9
10	38.5	32.6	8.1	79.2
11	68.1	26.6	7.0	101.7
12	58.2	14.6	4.3	77.1
13	52.7	16.5	4.1	73.3
14	73.0	16.5	7.0	96.5
15	56.4	31.6	13.0	101.0
16	68.0	17.0	9.2	94.2
17	82.7	22.2	10.0	114.9
18	---	---	---	0.0
Total	1159.0	434.2	149.5	1742.7

Cuadro No 3, producción por bolsa y por cosecha en rastrojo de maíz, en el soporte de literas.

LITERAS RASTROJO DE MAIZ

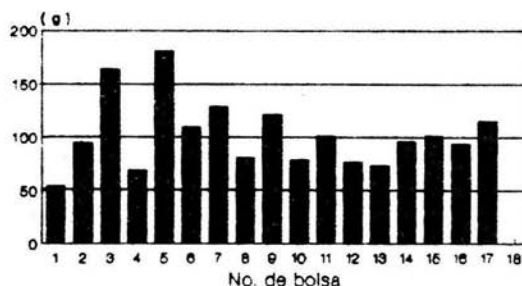


Figura No. 23, gráfica de la producción en el soporte de literas, en rastrojo de maíz.

En el cuadro No. 4, se muestran los porcentajes obtenidos por cosecha con respecto a la producción total por unidad experimental y también se anexa la eficiencia biológica de la producción en el tratamiento con el sustrato rastrojo de maíz.

Unidad experimental	% 1ª Cosecha	% 2ª Cosecha	% 3ª cosecha	% Eficiencia Biológica promedio
Lra 1	66.5	25.3	8.2	33.3
Lra 2	64.2	27.1	8.7	30.3
Lra 3	69.2	21.7	9.0	34.5

Cuadro No 4, porcentajes por cosecha y eficiencia biológica por unidad experimental, en rastrojo de maíz para el soporte de literas.

En los cuadros 5, 6, 7 y 8, que a continuación se presentan, se indica los resultados en las cosechas para el sustrato paja y el sustrato mezcla respectivamente junto con sus gráficas, representadas con las figuras No. 24 y 25, señalando las desviaciones estándar, en cada una de ellas. Además se reportan los porcentajes y la eficiencia biológica en ambos procesos. Donde también se observan las divergencias en la productividad, mostrando la disparidad entre las cosechas, ambos con la utilización del soporte de "literas".

Bolsa No.	Primera cosecha en g.	Segunda cosecha en g.	Tercera cosecha en g.	Total en g.
1	94.2	50.0	13.9	158.1
2	97.9	52.0	11.0	160.9
3	73.8	28.0	7.0	108.8
4	123.3	36.0	9.3	168.6
5	132.0	47.5	14.2	193.7
6	131.1	24.0	5.3	160.4
7	97.0	32.0	7.8	136.8
8	85.7	10.6	----	96.3
9	89.2	38.2	5.1	132.5
10	92.2	22.0	4.0	118.2
11	139.8	50.0	12.1	201.9
12	63.7	38.0	11.8	113.5
13	30.5	20.0	5.3	55.8
14	86.0	21.0	3.4	110.4
15	36.0	4.8	----	40.8
16	92.5	30.0	7.0	129.5
17	80.0	40.0	6.7	126.7
18	79.4	38.4	8.1	125.9
Total	1624.3	582.5	248.1	2454.8

Cuadro No 5, producción por bolsa en paja, en el soporte literas.

Aquí se muestra que en las bolsas 8 y 15, no se registro producción en la cosecha No. 3, esto debido a la presencia de la contaminación por el hongo Penicillium sp que generó una competencia biológica, disminuyendo la producción.

LITERAS PAJA

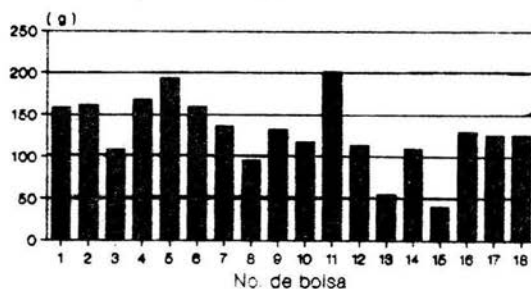


Figura No. 24, gráfica de la producción para el soporte de literas, en el substrato paja.

Unidad experimental	% 1ª cosecha	% 2ª cosecha	% 3ª cosecha	% Eficiencia Biológica promedio
Lp 1	68.7	25.0	6.3	39.4
Lp 2	71.0	23.9	5.1	33.1
Lp 3	68.6	26.2	5.2	24.4

Cuadro No. 6, porcentajes de la producción y eficiencia biológica por bolsa en substrato paja.

Como se puede observar, la producción va de mayor a menor dependiendo de la cosecha, es decir que como una regla, la primera cosecha es siempre mayor que las dos posteriores, esto está dado por el agotamiento de los nutrientes por el micelio.

Bolsa No.	Primera cosecha en g.	Segunda cosecha en g.	Tercera cosecha en g.	Total en g.
1	----	---	---	---
2	23.9	---	---	23.9
3	137.7	50.6	12.9	201.2
4	110.0	56.6	10.8	177.4
5	90.8	60.6	5.6	157.0
6	84.1	39.7	4.1	127.9
7	88.2	10.0	3.5	101.7
8	90.0	40.5	8.9	139.4
9	66.1	24.5	3.9	94.5
10	73.7	43.0	12.0	128.7
11	76.5	52.0	8.2	136.7
12	67.7	37.5	4.6	109.8
13	42.8	37.5	8.7	89.0
14	85.6	25.4	5.0	116.0
15	99.1	30.7	4.4	134.2
16	80.0	32.0	3.9	115.9
17	98.0	37.0	5.2	140.2
18	40.0	8.5	---	48.5
Total	1354.2	586.1	101.7	2042.0

Cuadro No 7, producción por bolsa en substrato mezcla en soporte literas.

Nuevamente se muestra la competencia entre los hongos, por lo que la productividad del micelio fue afectada en las bolsas 1, 2 y 18

LITERAS MEZCLA

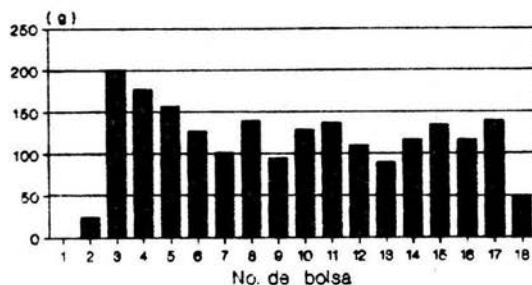


Figura No. 25, Gráfica de la producción para el soporte de literas en el substrato mezcla.

Unidad experimental	% 1ª cosecha	% 2ª cosecha	% 3ª cosecha	% Eficiencia Biológica promedio
Lm 1	64.9	30.2	4.9	41.9
Lm 2	65.0	29.2	5.8	36.1
Lm 3	69.2	26.6	4.2	32.6

Cuadro No. 8, porcentajes de la producción y la eficiencia biológica en el substrato mezcla y el soporte literas.

Los datos anteriores, señalan la producción en el soporte de literas, siendo necesario recordar que las 18 bolsas, implican tres repeticiones, haciendo tres unidades experimentales, en cada substrato del soporte literas.

Anexo B.

Cuadro No. 18, datos complementarios al análisis de varianza factorial para el trabajo de tesis.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadro medio	Valor de F	valor de significancia
Efectos principales	3030.308	3	1010.103	8.056	0.003
Soporte	2075.827	1	2075.827	16.556	0.002
Substrato	954.481	2	477.241	3.806	0.052
Interacción	1002.581	2	501.291	3.998	0.047
Tratamiento	4032.889	5	806.578	6.433	0.004
Residual	1504.607	12	125.384		
Total	5537.496	17	325.735		

Apendice A".

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, unidad Michoacán, Instituto Politécnico Nacional, Jiquilpan, Mich.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. A.C.
Guadalajara, Jal.

Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca Mor.

Centro de Investigaciones Forestales de Occidente, SARH, Uruapan, Mich.

Colegio de Postgraduados, CEICADAR, Puebla, Pue.

Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, U.N.A.M., México D.F.

Dirección General de Enseñanza Media Superior y Superior, Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa Ver.

Escuela de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, Gro.

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C.

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana, Unidades Córdoba y Xalapa, Ver.

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L.

Instituto de Biología, U.N.A.M., México D.F.

Instituto de Biología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal.

Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver.

Instituto de la Madera, Celulosa y papel Karl Grellman, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal.

Instituto de Micología Aplicada, Xalapa Ver.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidades Atzacapozalco e Iztapalapa, México, D.F.

Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Dirección de Desarrollo de Productores, Conjunto CODAGEM, Gobierno del Estado de México, Metepec, Méx. (Guzmán, 1993).

U.N.A.M. Campus Iztacala, Laboratorio de Biotecnología y Etnobotánica, Tlalnepantla, Edo. de Méx.