

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



CULTIVO DEL 'HONGO COMESTIBLE'
PLEUROTUS, EN BAGAZO DE CAÑA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

ELEAZAR SAUCEDO OREGON

GUADALAJARA, JALISCO. 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Julio 9, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

ELEAZAR SAUCEDO OREGON titulada,

CULTIVO DEL 'HONGO COMESTIBLE'
PLEUROTUS, EN BAGAZO DE CAÑA.

Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR.

ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS.

ASESOR.

ASESOR.

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ.

Q.F.B. SANDRA LUZ TOLEDO GONZALEZ

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Mayo 27, 1966.

C. PROFESORES

- PROFA. LUCIA GONZALEZ DE ROSA, DIRECTORA.
- ING. ANTONIO CORTES CALLES, TESIS. ASesor.
- C.F.S. THELMA DE GONZALEZ, ASesor.
- DR. GUSTAVO GUERRA MURATA, ASesor.
- SICL. LAURA GUZMAN BAVALDES, ASesor HONORARIO.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"EL CULTIVO DE PLEKOTUS (HONGO COMESTIBLE) NUEVA ALTERNATIVA EN USO DEL SARGO DE GUANA."

presentado por el PASANTE

ELIZABETH SANCHEZ ESPINOSA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

Recibido en el despacho de la Directora de la Facultad de Agricultura el día 27 de mayo de 1966. Ing. Antonio Cortes Calles. C.F.S. Thelma de González. Dr. Gustavo Guerra Murata. Lic. Laura Guzmán Bavaldes.

CULTIVO DEL 'HONGO COMESTIBLE'
PLEUROTUS, EN BAGAZO DE CAÑA .

A G R A D E C I M I E N T O

Al Ing. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA, director de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por su --- gran apoyo para presentar mi examen profesional.

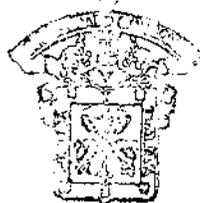
Al Ing. ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, secretario de dicha Facultad, por su valiosa ayuda para la aprobación de esta tesis.

Al director y asesores, Ing. ARTURO CURIEL BALLESTEROS, Ing. JOSE MA. AYALA RAMIREZ Y Q.F.B. SANDRA LUZ TOLEDO GONZALES, por su orientación y ayuda en la revisión y corrección de la presente investigación.

Al Dr. JAVIER E. GARCIA DE ALBA GARCIA, coordinador de investigación del Depto. de Investigación Científica y Superación Académica de la U. de G., por su apoyo incondicional para la realización de esta tesis.

A la Q.F.B. THELMA DE GPE. CARRILLO RODRIGUEZ, por su -- participación en actividades relacionadas con el Laboratorio.

A todos mis amigos, que de una u otra forma intervinieron en este trabajo.



ESCUELA DE AGRICULTURA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CULTIVO DEL 'HONGO COMESTIBLE'
PLEUROTUS, EN BAGAZO DE CAÑA .

D E D I C A T O R I A

Al Creador del Universo

A mis familiares

A mi amiga, Biól. Hilda C. Calata

A la Universidad de Guadalajara

Al futuro de la humanidad

C O N T E N I D O

I.	INTRODUCCION	2
II.	OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	4
III.	REVISION DE LITERATURA	5
	1. Antecedentes	6
	2. Generalidades	8
	2.1 Clasificación del reino vegetal	9
	2.2 Descripción taxonómica	10
	2.3 Características botánicas	12
	3. El bagazo	13
IV.	MATERIALES Y METODOS	15
	1. Resiembra de cepas	16
	2. Fermentación del bagazo	16
	3. Pasteurización	18
	4. Inoculación (siembra).	18
	5. Incubación y fructificación	19
	6. Análisis de resultados	20
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	21
VI.	CONCLUSIONES	27
VII.	BIBLIOGRAFIA	29
VIII.	APENDICE	31

I. INTRODUCCION

En la naturaleza existen millares de especies vegetales útiles al hombre, éstas han sido agrupadas desde hace tiempo como plantas alimenticias, industriales, medicinales y ornamentales. El grupo de las alimenticias, a su vez, se divide en grupos más específicos como son: cereales, legumbres, frutas, hortalizas, condimenticias, algunas oleíferas y sacaríferas. Cada uno de éstos, es representado por varias especies, que por su versatilidad, han permitido -- crear sistemas de producción y tecnología altamente eficientes para su explotación en diversos ecosistemas.

Actualmente el medio ecológico, donde las plantas se desarrollan, presenta constantes modificaciones de orden físico, biológico y social; lo que demanda que las labores de investigación agrícola tengan una continuidad permanente, para que así se logre la introducción de nuevas especies alimenticias a su cultivo y se pueda crear su propia tecnología de explotación, y así mismo, se busque la manera de aprovechar al máximo los recursos disponibles de la biósfera, para poder alimentar en el futuro, a la creciente población humana.

A pesar, de que desde tiempos muy remotos se conocen muchas especies de hongos comestibles, sólo muy pocas se han cultivado en condiciones artificiales y con altos costos de producción, por lo que es de suma importancia la investigación de técnicas sencillas y aplicables en nuestro medio, para el aprovechamiento de los recursos abundantes de cada zona, como es el caso de los grandes volúmenes de bagazo de caña de azúcar que año con año quedan sin ningún uso en el Estado de Jalisco, y el de algunas especies de -

hongos comestibles del género Pleurotus, que crecen naturalmente cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables y que pueden cultivarse durante todo el año. Así pues, al lograr el cultivo de Pleurotus en bagazo de caña, se asegura el abastecimiento de materia prima para la elaboración de sustrato nutritivo para la producción de este hongo y por consiguiente, la obtención de grandes cantidades de un alimento de buena calidad proteica, que tanta falta hace y que día a día se va a requerir en mayor proporción. Además, como el bagazo es un desecho de difícil degradación por su alto contenido lignocelulósico, después de ser usado como medio de cultivo para el hongo, que daría más susceptible a la biodegradación y por lo tanto su uso como abono orgánico o mejorador de suelo ó incluso como forraje, sería más factible, ya que después de las fructificaciones del micelio, la red de hifas queda entrecruzada en él y esto lo hace más rico para su uso poscultivo.

Este trabajo se realizó como la primera etapa de investigación del proyecto 'Aislamiento de cepas nativas del Estado de Jalisco y cultivo sobre bagazo de caña de azúcar, de Pleurotus ostreatus', que inició en Agosto de 1985 en el Instituto de Botánica, apoyado por el Depto. de Investigación Científica y Superación Académica de la U. de G., bajo el acuerdo No. 85-01/494, vigente del 1º de Noviembre al 31 de Diciembre del mismo año y que continúa mediante el acuerdo 86/MB/008/050234, vigente del 1º de Enero al 31 de Diciembre de 1986; habiendo tomado, esta etapa de investigación, un tiempo de un año desde su inicio hasta la presentación.

II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

OBJETIVOS:

1. Dar a conocer el cultivo de otras especies de hongos comestibles menos exigentes en instalaciones, para su explotación, que el champiñón.
2. Contribuir a la creación y mejoramiento de técnicas de cultivo, para las nuevas especies y los nuevos sustratos estudiados.
3. Canalizar los excedentes de bagazo de caña a la producción de alimentos para consumo humano, mediante el cultivo de Pleurotus.

HIPOTESIS:

La eficiencia biológica del bagazo de caña, para la producción de Pleurotus ostreatus y P. floridanus, a nivel comercial, es aceptable.

SUPUESTOS:

Para alcanzar una buena eficiencia biológica, el sustrato nutritivo debe estar en condiciones óptimas de humedad, fermentación y pasteurización antes de la siembra y además, en la sala de cultivo se debe proporcionar un ambiente húmedo y una buena luminosidad, características requeridas para un favorable desarrollo de estos hongos.

III. REVISION DE LITERATURA

Pleurotus ostreatus, es un hongo que crece naturalmente sobre diferentes sustratos, siendo uno de ellos el bagazo de caña de un año de haber sido producido. Esta observación abrió la posibilidad de estudio del bagazo, como sustrato nutritivo, para el cultivo de ésta especie y de otras del mismo género y, probablemente, de otros géneros.

Este hongo, se está estudiando a nivel mundial desde diversos puntos de vista y actualmente su cultivo industrial y semi industrial recibe mucha atención, debido a su habilidad para crecer sobre residuos de caracter lignocelulósico (Zadrazil y Kurtzman, citado por Martínez, 1984). Este mismo año, Martínez et. al., hicieron un estudio a nivel de laboratorio y en él usaron pedazos de papel, rastrojo de maíz y bagazo de caña, habiéndose obtenido resultados satisfactorios en los dos primeros sustratos y negativos en el bagazo de caña, trabajo de la presente tesis.

Otros estudios, citados por Soto (1985), son los de --- Leal-Lara et. al. (1982) y Martínez-Blanco y Aguilar (1982), hechos a nivel de laboratorio en la UNAM y en el IPN, respectivamente. En el mismo año, la compañía 'Hongos de México, S.A.', inició cultivos experimentales sobre paja de trigo y con cepas importadas, resultando por ello, altos costos de producción. Los primeros trabajos realizados con cepas nativas, se hicieron en la SARH en Puebla, a través de Hirata y Cuesta-Marín (1982), cultivando esta especie sobre troncos de encino y cañahuate. Martínez y López (1982) experimentaron, en laboratorio, sobre el crecimiento de este hongo, en la pulpa de café. Martínez y Guzmán (1983), lo cultivaron en pulpa de café fresca y con diferentes relaciones de paja de cebada, usando cepas nativas. En la ---

Univ. Autónoma de Morelos, Montiel(1984), logró fructificaciones de P. ostreatus, sobre cotos de maíz.

La investigación más reciente, sobre éste hongo, es la realizada por Martínez et. al.(1985), donde se estudió el efecto de la fermentación de la pulpa de café, con el fin de aumentar la productividad del mismo.

1. ANTECEDENTES

Los hongos forman un grupo de aproximadamente 200 mil especies, de las cuales menos del 50% se conocen(Mendoza y Díaz,1980) y de ellas, en México se conocen más de 200 como comestibles.

A nivel mundial, se cultivan comercialmente 15 especies de hongos comestibles, 13 de éstas crecen en forma natural en nuestro país (apéndice 1), pero sólo dos de ellas son cultivadas a escala comercial (Agaricus bisporus, desde hace 20 años y Pleurotus ostreatus, recientemente) por la -- compañía Hongos de México S.A., y a escala pequeña, se cultivan, por varias personas Agaricus bisporus y A. bitorquis, este último lo confunden taxonómicamente con el primero y también lo llaman 'champiñón'(Martínez et. al.,1984).

A. bisporus y Lentinus edodes, han tenido una tecnología moderna para su explotación desde hace mucho tiempo. El -- primero, fue domesticado en 1650 en la región de París y -- luego desarrollado dentro de la industria en otros países occidentales. L. edodes, es reportado como hongo cultivado en China, desde hace 800 años, con posterior desarrollo en Japón, cerca de 300 años atrás.

P. ostreatus, es un hongo cultivado extensivamente en -- Italia, Hungría, Alemania Occidental y, es hoy en día el -- segundo hongo comestible más importante en Europa. Así ---pués, el cultivo de hongos comestibles está actualmente jugando un papel positivo e importante y se ha extendido a -- más de 70 países, con una producción aproximada de 940 000

toneladas, valoradas en 14 billones de dólares (Chang y -- Miles, 1984).

De acuerdo a Steineck(1972) y Vedder (1979), los hongos comestibles, tienen una composición media que se encuentra entre los siguientes valores:

(sobre 100 gr de peso fresco)

Agua	86 - 88 %	
Proteína	1.5 - 6 %	
Carbohidratos	4 - 5 %	
Grasa	0.2 - 0.3 %	
Minerales	0.8 - 1 %	
3.6 mg de ácido ascórbico		(vit. C)
0.12 mg de tiamina		(vit. B ₁)
0.52 mg de riboflavina		(vit. B ₂)
5.82 mg de ácido nicotínico		(complejo B)
2.38 mg de ácido pantoténico		(vit. B ₃)
0.21 - 0.83 mg de ergosterina		(provit. D ₂)
0.018 mg de biotina		(vit. H)

Entre los elementos minerales, se encuentran contenidos calcio, fósforo, hierro y potasio.

Williams y Esselen, citado por Vedder, indican que no pueden destruirse estas vitaminas por ebullición, enlatado, secado o congelación de los hongos.

De lo expuesto se deduce que los hongos son un alimento de gran valor nutritivo, y además, las proteínas son digeribles de 70 a 90 % y contienen 10 aminoácidos esenciales para el hombre; ellas son ricas principalmente en lisina y leucina, de quienes carecen mayormente los cereales(Chang y Miles, op. cit.).

México es uno de los países con grandes áreas propicias para el cultivo de hongos; sólo falta que los mexicanos conozcan esta industria, que el Gobierno Estatal apoye proyectos de investigación sobre hongos, que existan más técnicos especialistas en hongos, que se dé financiamiento a

tasa de interés baja y a largo plazo para facilitar la producción, que se establezca un laboratorio que proporcione "semilla" a precios bajos y que se divulguen las técnicas de cultivo a los productores para que así se satisfaga la demanda nacional de hongos y a la vez, se pueda participar en la exportación de 336 toneladas al año a Estados Unidos y Canadá, cantidad que equivale a 3 millones de dólares -- (Lee e Hirata, 1964).

2. GENERALIDADES

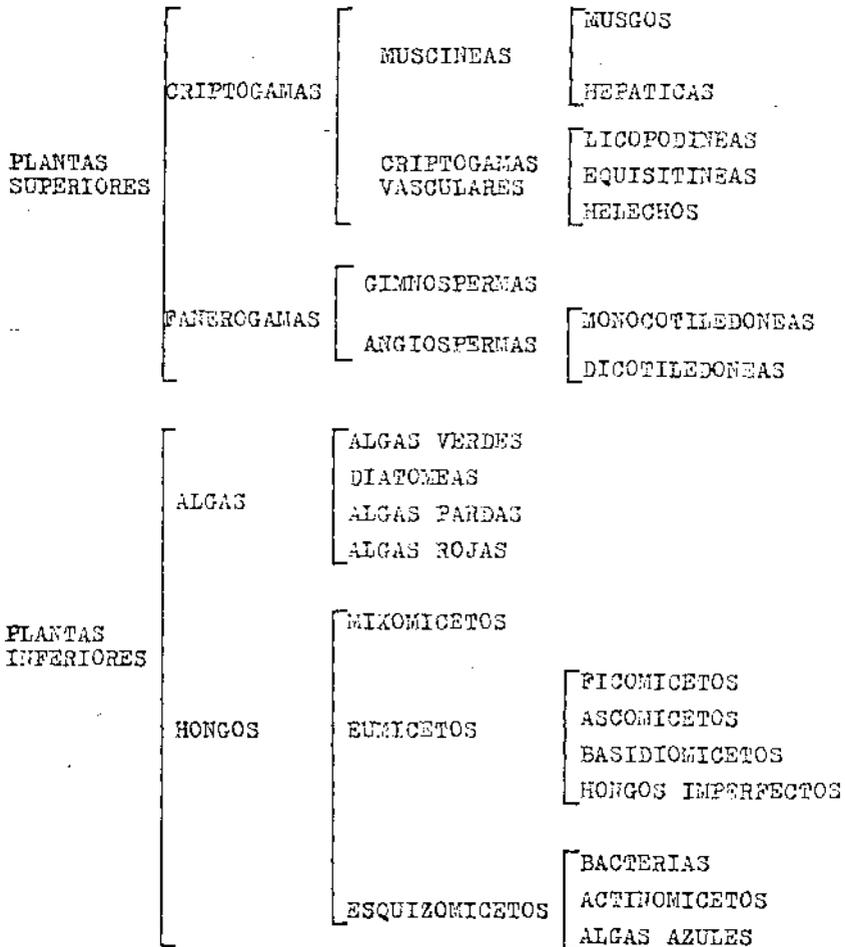
De acuerdo a la nomenclatura micológica 'náhuatl', el nombre que designa a todo hongo macroscópico es 'nanacate' (del náhuatl 'nancatl', que es el plural de 'nácatl', carne). De este modo viene a quedar claro que a los hongos se les llamaba 'carne', y esta designación les fue aplicada quizá porque, después de cocidos, adquieren una consistencia semejante a la de la carne y, además, porque cuando se les cuece sobre un comal, desprenden un agradable aroma a carne asada. Es de reconocerse que este es un término apropiado para los hongos, después de conocer su composición química, que incluye una elevada proporción de proteínas -- (Martín del Campo, 1968).

A Pleurotus ostreatus, los aztecas lo conocían como -- 'cazahuanánacatl'; 'cazahuate' (nombre criollo) y los españoles lo llamaron 'seta de olmo' (Martín del Campo, op.cit.) actualmente, en diferentes lugares del país los campesinos identifican a este hongo con los nombres populares de 'oreja de izote', 'oreja blanca', 'oreja de palo y hongo del bagazo' (Guzmán y Martínez, 1965).

La primera palabra del nombre científico viene de Pleuro, lado, y ous, oreja; Pleurotus, es un derivado de las palabras griegas Pleura, costado, y us y otos, oído, y se aplica a todo un grupo, porque muchos de sus miembros crecen en el lado de un tronco como está el oído respecto de la cabeza. La segunda palabra latina viene de ostea, ostra

u ostión, porque los cuerpos fructíferos afectan la forma de las conchas marinas (Smith y Smith Weber, 1980).

2.1. CLASIFICACION DEL REINO VEGETAL (Vedder, 1979)



2.2 DESCRIPCION TAXONOMICA

Hacer una descripción detallada de la taxonomía de cada vegetal, tomando en cuenta todas sus categorías, requiere de mucho espacio y dedicación, lo que, en cierto punto, desviaría la atención del tema principal; por lo que en este caso, sólo se describirán, de manera general, las categorías taxonómicas que afectan directamente, a las especies investigadas.

REINO:	Vegetal
SUBREINO:	Fungi (hongos)
DIVISION:	Eumycetes
CLASE:	Basidiomycetes
SUBCLASE:	Homobasidiomycetidae
ORDEN:	Agaricales
FAMILIA:	Pleurotaceae
GENERO:	Pleurotus
ESPECIES:	ostreatus y floridanus

Los hongos en general se dividen en siete clases. Cinco de ellas corresponden a los hongos inferiores y dos a los superiores, que son: Basidiomicetos (o Himenomicetos) y Ascomicetos (o Pirenomicetos). Esta división se basa en la diferente forma de producirse las esporas: en los basidiomicetos las esporas se forman en unas células llamadas 'basidios' y en los ascomicetos en otras células que reciben el nombre de 'ascas'. Las ascas son una especie de sacos más o menos alargados que toman diversas formas: piriforme, cilíndrica, claviforme y globosa. Su fin es la formación de las esporas y su almacenamiento hasta la maduración. Una vez madura la espora, es lanzada al exterior -- por el extremo libre del asca, bien abriéndose ésta por me

dio de un esfínter (ascomicetos inoperculares) o bien mediante la apertura de una especie de opérculo o tapadera (ascomicetos operculares).

En la clase de los basidiomicetos, se encuentran todos los hongos superiores que poseen 'basidios'. Esto es: poseen un himenio en el que entran a formar parte, entre otras, unas células llamadas basidios que toman generalmente la forma de un mazo, pero también puede ser globosa, ovoidea, elipsoidal, fusiforme y angulosa, y a partir de este basidio, previas unas divisiones del núcleo celular, se forman las esporas (basidiosporas) que quedan unidas al basidio mediante una pequeña prolongación, como pequeño cuerno, que recibe el nombre de esterigma. El número de esporas que se forman en cada basidio es variable, generalmente está en número de cuatro, pero puede haber basidios con dos, tres, cinco, seis, siete y ocho esporas.

Los basidiomicetos forman la clase de hongos más conocidos. Se dividen en tres subclases: Homobasidiomycetidae, Heterobasidiomycetidae y Gasteromycetidae.

Homobasidiomycetidae.— Los basidios no están segmentados. Comprende el mayor número de hongos y entre ellos se encuentran las especies más conocidas. Se divide en cuatro órdenes: Agaricales, Asteroconiales, Boletales y Aphyllophorales. De los cuatro, el de interés es el primero. En él se resumen todas las características de los hongos superiores, de manera que cualquier persona, aunque no esté introducida en el conocimiento de éstos organismos, puede identificarlos. Aquí se encuentran todas las especies que poseen un cuerpo en forma de sombrero, la parte inferior con láminas radiales y un pie que sostiene el sombrero separándolo del sustrato nutritivo. El orden está compuesto por trece familias, entre las cuales se encuentran alrededor de noventa géneros. En general, existen de 20 a 30 mil especies de basidiomicetos y más de 60 000 de ascomicetos (Mendoza y Díaz, op. cit.).

2.3 CARACTERISTICAS BOTANICAS

Las especies de este género (apéndice 2), la mayoría son grandes, comestibles y de hábitos lignícolas o algunas viven sobre raíces de ciertas Umbelíferas (Guzmán, 1978). - Dentro de la lista, no se incluyen las dos que en seguida se describen:

a). Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kuma.

Píleo (sombrero): de 1 a 15 (17) cm de diámetro; color variable: gris claro con tonos azulados, al final pardo-grisáceo; en forma de ostra, de riñón y, -- cuando adulto, de embudo con margen estriado, delgado, ondulado y enrollado hacia arriba. La superficie es cóncava, plana o convexa; lisa, viscosa, y brillante; subhigrofano.

Carne: blanquecina, espesa y tenaz; olor y sabor agradables.

Láminas: blanquecinas, delgadas, cerradas, desiguales y decurrentes; al secarse se manchan de color amarillo.

Esporada: blanquecina.

Estípite (pie): de 0.5 a 3 cm de largo por 0.5 a 2 de diámetro, en ocasiones mal definido (rudimentario), lleno, excentrico o lateral.

b). P. floridanus Sing.

Píleo: de 1 a 13 cm de diámetro; color blanco-crema a beis-grisáceo; en forma de concha o riñón; higrofano; subaceitoso; superficie de convexa a plana o ligeramente cóncava; margen estriado y poco ondulado.

Carne: blanquecina, espesa, tenaz; olor y sabor agradables.

Láminas: blanquecinas, cerradas y decurrentes; al seca-

do se vuelven amarillas.

Esporada: blanquecina a lila claro.

Estípites: de 1 a 3.5 cm de largo por 0.4 a 1.5 de diámetro, recto o curvo, liso o cubierto por pelos erizados, generalmente crece en racimos.

Estas características son las desarrolladas por los cuerpos fructíferos crecidos en el bagazo de caña durante el experimento.

3. EL BAGAZO

En el Estado de Jalisco, en los últimos tres años, la producción de este desecho se ha mantenido en 1 440 000 toneladas, de las que un 80% se destinan como combustible a la central y calderas de las propias azucareras, el resto, se amontona en los patios de los ingenios (Fig. 1), en donde frecuentemente es consumido por el fuego.

La utilización del bagazo ha sido materia de esfuerzos de investigación y desarrollo por más de 100 años. Se ha empleado por varias décadas como materia prima para gran variedad de productos aislantes y de tablas duras para la industria de la construcción. Su fibra, separada de las células del parénquima, puede usarse para la producción de pulpas químicas para papeles de escritura, libros, revistas y otros artefactos (Libby, 1976).

Hacia 1960 ha tenido lugar un fuerte movimiento en las altas esferas de la industria azucarera mundial a fin de investigar y explotar las inmensas riquezas que representan los subproductos de la caña de azúcar y de las azucareras. Las dos principales fuentes de estos subproductos son la melaza y el bagazo. Este último encierra las más grandes posibilidades y las más bellas promesas, y del cual se ha predicho, quizás con un poco de optimismo pero no sin cierta base, que algún día puede representar un re-

curso igual o superior en importancia al del mismo azúcar. En el estado actual de la técnica, permite la fabricación de dos subproductos principales: los paneles (o tableros de conglomerado) y la pasta de papel. Los paneles se usan en la industria de la construcción para tabiques, cielos rasos, puertas y como encofrados y, cuando son de buena calidad, en la carpintería para la fabricación de muebles (-Fauconnier y Bassereau, 1975).

Para dar una mejor ubicación, tanto a los materiales como a las diferentes actividades de cultivo, éste se divide en dos principales fases: la de laboratorio y la de campo. En la primera se trabaja con el siguiente material:

- Cepas (INIREB-4, nativa de Florida, USA. e INIREB-8, nativa de Coatepec, Ver., ambas donadas por las autoridades de la Sección de Micología del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, en Xalapa, Ver.).
- Equipo (olla presto de 21 lt de capacidad, mecheros, agujas de disección, asas de platino, frascos de vidrio de boca ancha, tubos de ensaye, cajas de petri, matraces, pipetas, vasos de precipitado, gradillas, sesto de malla galvanizada, incubadoras, termómetros, balanza granataria y analítica, tinas, cubetas y cedazos).
- Sustancias y otros productos (agar extracto de malta,-- fenol, alcohol, trigo y detergente).

Para la fase de campo se requiere de:

- Sala de cultivo (con piso de concreto, muros lavables, buena ventilación, mosquiteros, techo con 30% de láminas transparentes, mesa de trabajo, báscula, litera de madera y malla de cernir de 4 niveles, termómetro de máxima y mínima y con un hidrómetro).
- Mochila aspersora.
- Bolsas de plástico transparente (de 25 x 35 cm).
- Sustancias desinfectantes (formol, alcohol, cloro y detergente).
- Bagazo de caña de azúcar (conseguido en Tala, Jalisco).
- Polietileno negro (para la fermentación del sustrato).
- Generador de vapor (construido con un barril metálico de 200 lt de capacidad, un tripie de alambrón, un sesto de malla de cernir, termómetro, éste se coloca en el centro de la tapa, y un quemador de gas tipo industrial).

1. RESEMENSA DE CEPAS

Esta actividad se hace periódicamente para conservar en buen estado fisiológico al cultivo puro de Pleurotus, - inicia con la preparación del medio sólido de cultivo; las cantidades a preparar van de acuerdo a la necesidad que se tenga de micelio, agregando 3.4 gr de agar extracto de ma_lta por cada 100 ml de agua bidestilada, se funde, se esteriliza y se vacía, y cuando ha solidificado, en medio de 4 o 5 mecheros, se procede al trasplante del micelio. En los tubos para su conservación y en las cajas de petri para la elaboración del inóculo. Después de 10 días de incubación, a 28°C, las nuevas cepas se refrigeran a 4°C y - el medio de las cajas, totalmente invadido, se corta en cm cuadrados y cada sección se coloca en el trigo, remojado - 2 o 3 días y esterilizado por 30 min. a 121°C, éste se incuba a 28°C y en 2 semanas está completamente entrecruzado por la red de hifas, quedando así, listo el inóculo (Fig. 2).

2. FERMENTACION DEL BAGAZO

Este material se sometió a diferentes tiempos de fermentación y en dos condiciones de composición; con aditivos y sin ellos, habiendo usado los siguientes productos - como aditamentos: gallinaza, urea, superfosfato triple y - sulfato de potasio.

Los tratamientos fueron:

- A). Fermentación directa (FD.= Cero días de fermentación pasiva).
- B). Cinco días de fermentación pasiva (5DFP.) y,
- C). Diez días de fermentación pasiva (10DFP.).

El procedimiento para la formación de los distintos montones, 'con aditivos (CA.)' y 'sin aditivos (SA.)', fue el siguiente:

- A) 'FD.CA. Y FD.SA.'

Día

- 0 En este día se forma el montón de bagazo seco (25% de humedad), se agrega en capas un 20% de gallinaza, un 2% de urea y de 300 a 400% de agua (los porcentajes van en relación al peso seco), se tapa el montón con el polietileno (Fig. 3).
- 4 Primera vuelta; durante ella se agrega otro 20% de gallinaza, procurando que la capa externa del montón, quede en el centro del nuevo.
- 8 Voltear y durante éste movimiento, incorporar 5% de yeso, 0.3% de superfosfato triple y uno por ciento de potasa. Si se observa menos de 70% de humedad, humedecer hasta alcanzar este límite.
- 11 Dar otra movida al sustrato, procurando que la superficie quede en el centro. En caso de que sea necesario, humedecer.
- 13 Homogenización, pasteurización e inoculación del sustrato.

B) '5DFP.CA. Y 5DFP.SA.'

- 0 Se apila el bagazo, poniendo entre capas 20% de gallinaza y 2% de urea, se humedece procurando que no drene, se deja destapado pero protegido de lluvias y el segundo y cuarto día se agrega más agua.
- 5 Mover y distribuir otro 20% de gallinaza, llevar la humedad a un 70%, tapar el montón con el polietileno para que inicie la fermentación activa.
- 9 Voltear y agregar 5% de yeso. Controlar la humedad.
- 13 En esta tercera vuelta, poner entre capas 0.3% de superfosfato triple y 1% de potasa.
- 16 Voltear el sustrato y controlar la humedad.
- 18 Homogenización, pasteurización e inoculación del sustrato.

En la tercera condición, lo que varía es el tiempo de -

fermentación pasiva, siguiéndose los mismos pasos de la segunda condición.

En el presente trabajo, por falta de acondicionamiento de la sala de cultivo, no se sembró a los 13, 17 y 20 días de fermentación activa como se había programado, sino hasta los 17, 19 y 22 días.

3. PASTEURIZACION

Después de la fermentación, el sustrato nutritivo que da con una gran cantidad de microorganismos que intervinieron en ella, los cuales se deben eliminar mediante el proceso de pasteurización para así proporcionar, al hongo por cultivar, un sustrato libre de competidores y contaminantes.

Como generalmente, el último grupo de microorganismos que se establece, en el proceso de la fermentación, es el termófilo y éste vive dentro de los siguientes rangos de temperatura: mínimo 25 - 45°C, óptimo 50 - 55°C y máximo 60 - 90°C, por lo que para asegurar la eliminación de éstos, se usó una temperatura de 95°C durante 45 minutos, lo grada dentro del generador de vapor (Fig. 4), en el cual se ponen 35 lt de agua, un tripie sobre el que se sienta el sesto de malla lleno de sustrato; se tapa y se pone el termómetro y, mediante la valvula de paso del quemador, se regula la llama para mantener la temperatura deseada.

4. INOCULACION (SIEMBRA)

Alcanzado el tiempo de pasteurización, se deja descender la temperatura unos 20°C, se saca el sesto con el sustrato, se sienta sobre tres ladrillos desinfectados, se tapa con una bolsa de plástico y se deja drenar. Cuando el medio de cultivo está a menos de 50°C, sobre la mesa de --

trabajo y con frecuentes movimientos se enfría hasta los -30°C e inmediatamente se procede a la siembra (Fig. 5).

La cantidad de sustrato por bolsa que se usó en éste -- trabajo fue de 1 Kg, esto con el objeto de economizar material y por lo reducido del espacio disponible para el -- cultivo y además, por el número de tratamientos a estudiar, que fue de 6 y cada uno con 3 diferentes tiempos de fermentación activa, habiendo inoculado por día de siembra y por cepa, 3 bolsas .

En general, fueron 54 bolsas de sustratos con aditivos y otras tantas sin ellos. La mitad de cada condición, inoculadas con la cepa-4 y las otras con la 8.

5. INCUBACION Y FRUCTIFICACION

Después de la inoculación, las bolsas se amarran de la boca y se colocan en la litera recargadas unas a otras, al segundo día de la siembra, sin proporcionar movimientos bruscos, se hacen pequeñas perforaciones que facilitan el intercambio gaseoso.

Las condiciones de temperatura y humedad, registradas dentro de la sala de cultivo del 5 al 18 de Febrero del 86, fecha en que se inició la incubación de las primeras bolsas, son las siguientes: de las temperaturas mínimas, la más baja fue de 5°C, la media de 10.3°C y la alta de 12.5; las máximas, agrupadas en el orden anterior son: 20, 24.2 y 27°C. La humedad relativa fue de 80 a 88.5%.

Al detectar la formación de primordios, se debe retirar la bolsa (Fig. 6), para facilitar el crecimiento de los -- hongos y la humedad debe elevarse y mantenerse constante -- de 95 a 98%. Las temperaturas en los últimos días de Febrero fueron: 12, 12.2 y 13°C; 26, 26.5 y 27.5°C. En Mar.: 8, 10.8 y 15°C; 22.5, 26 y 29.5°C. Durante Abril y dos --- días de Mayo: 13, 15 y 17°C; 24, 31.5 y 32°C.

Para evitar la deshidratación de los cuerpos fructiferos, después de quitar la bolsa, se deben regar con finas-aspersiones a intervalos de 2 hr, aplicando aproximadamente 100 ml de agua por cada Kg de sustrato. Por la noche, con dejar el piso completamente mojado, es suficiente.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

Durante mucho tiempo, la evaluación de la producción de diferentes variedades de hongos, en distintos sustratos nutritivos, se realizaba cuantificando los Kg de hongos -- producidos con determinados Kg de sustrato.

Otro método de analizar los rendimientos, era: Kg de -- hongos por metro cuadrado de cultivo. Y, en el caso del -- cultivo en sacos; Kg x saco.

Actualmente, la forma más adecuada de expresar los rendimientos de un sustrato para una producción industrial de hongos, es la 'eficiencia biológica', criterio introducido por Tchierpe y Hartman en 1977. Es una relación del peso fresco de los hongos producidos, entre el peso seco, en el momento de la siembra, del sustrato que los produjo, multiplicada por cien.

$$E.B. = \frac{\text{Peso fresco de los hongos obtenidos}}{\text{Peso seco del sustrato usado}} \times 100.$$

V. RESULTADOS Y DISCUSION

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS

Las principales características físico-químicas que -- presentaron los diferentes medios de cultivo, después de -- la pasteurización y antes de la siembra, se encuentran en el (cuadro 1), donde se puede observar que de los trata-- mientos con aditivos sólo se analizó una muestra de cada -- uno. El primero, en ninguna de las muestras sembradas se presentó desarrollo de micelio. La muestra de 17 días de -- fermentación activa del segundo tratamiento con aditivos, -- con la cepa-8, mostró buena invasión de micelio e incluso, llegó a la formación de primordios, pero éstos, poco des-- pués de quitar la bolsa se secaron, 10 días más tarde, a-- pareció la segunda fructificación y ésta si alcanzó formas definidas de la especie, el número de frutos fue normal, -- el tamaño poco menor y sólo el color fue blanco diferente al presentado por los demás hongos durante todo el cultivo (Fig. 7). La muestra analizada del tercer tratamiento, -- fue en la que la cepa-4 se desarrolló normalmente en el pe-- ríodo de incubación, pero por la presencia de mohos, antes de la aparición de primordios se desecharon.

Los principales mohos que se presentaron en estos sus-- tratos fueron los verde oliva-negruzco (Chaetomium spp.) y los blancos polvorientos (Oospora spp.), su control es -- practicamente imposible ya que cuando aparecen en la super-- ficie del medio, éste está muy invadido internamente.

Por los resultados obtenidos, en cuanto a la fermenta-- ción, se logró el propósito de la adición de otros produc-- tos al bagazo, ya que todos los sustratos con aditivos, -- mostraron una consistencia suave y una buena capacidad de absorción de humedad, características que demuestran el -- grado de degradación de éste material; pero por falta de --

Cuadro 1. Características físico-químicas de los sustratos, en el momento de la siembra.

TIPO ^o	pH	% N	COLOR	CONSISTENCIA ⁺	OLOR
FD.SA.					
17	7.40	0.49	Beis claro	Dura	Poco dulce
19	7.45	0.49	Beis	Dura	Poco dulce
22	7.55	0.49	Beis	Dura	Poco dulce
5DFP.SA.					
17	7.70	0.90	Café claro	Blanda	Agradable
19	7.50	0.90	" "	"	"
22	7.30	0.90	" "	"	"
10DFP.SA.					
17	7.70	0.73	Café-rojizo	Suave	A madera podri da.
19	7.60	0.73	Café-rojizo	Suave	" " "
22	7.00	0.73	" "	"	" " "
FD. CA.					
17	8.30	1.93	Negruzco	Lisa y suave	Fuerte a amo-- niaco.
5DFP.CA.					
17	8.20	1.75	Negruzco	Lisa y suave	Ligero a amo-- niaco.
10DFP.CA.					
22	8.10	1.55	Negruzco	Lisa y suave	Ligero a amo-- niaco.

(e)= Tipos de sustratos de cada día de fermentación activa.

(+)= Consistencia al tacto, tomando como primer grado, lo áspero del bagazo sin fermentar.

producción, en cuanto a la composición final de ellos, los resultados fueron negativos, lo que indica que las cantidades de aditivos usadas no son las adecuadas.

Por lo anteriormente expuesto, todos los resultados que se describen en la presente investigación, son los aportados por los sustratos sin aditivos.

Las características de productividad de la cepa-8 (apéndice 3), muestran la adaptación que Pleurotus ostreatus ha tenido en cada uno de los tres sustratos sin aditivos.

En el primero, el desarrollo del micelio fue un poco pobre y el crecimiento de los hongos, menor y además, los períodos de incubación, en las diferentes muestras, fueron heterogéneos. El segundo, fue el que mejores resultados aportó, en él la invasión del micelio y el vigor de los carpóforos tuvo mayor desarrollo. Por último, el tercero, presentó una buena colonización de hifas, pero también, en éste fue donde se presentaron las mayores contaminaciones por mohos.

Las características de la cepa-4 (apéndice 4), en cuanto al desarrollo del micelio y al número de hongos producidos, fue con mucho mejor, pero de menor tamaño (Fig.8 y 9), característica sin mucha importancia ya que los pesos registrados fueron semejantes en ambas cepas.

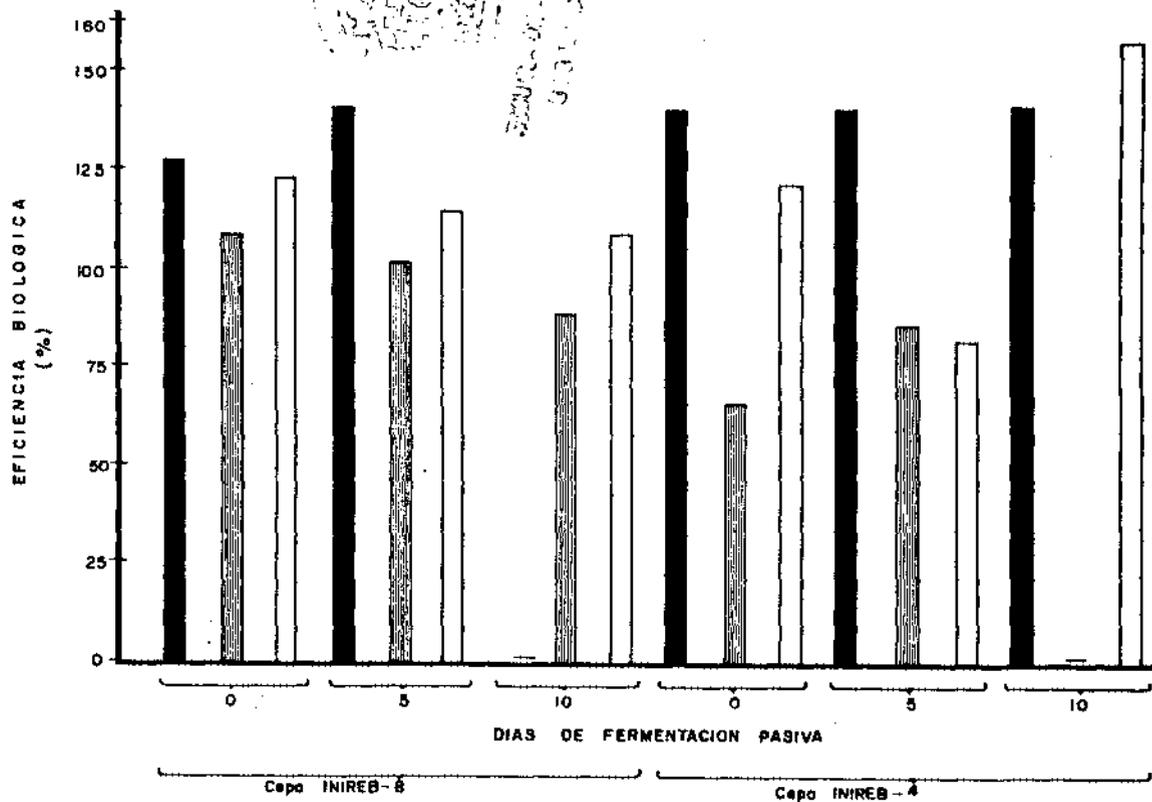
Los mohos que se presentaron en éstos sustratos fueron verdes (Aspergillus spp., Penicillium spp., Trichoderma spp., etc.), los primeros brotes que se observaron, se detectaron junto a las perforaciones de las bolsas, después de 10 días de incubación, pero las mayores infestaciones se presentaron entre el período de la segunda y tercera cosecha, cuando esta última se realizó ya que algunas muestras por la contaminación no fructificaron la tercera vez. Como el crecimiento inicial de estos mohos, es en pequeñas y densas colonias circulares, desarrolladas sobre los granos de trigo que se usaron como semilla del hongo ó sobre las fibras del sustrato, esto facilita el control, cuando

las colonias se detectan a tiempo y se sacan con un poco de sustrato y en el área afectada, se rocía alcohol de uso industrial.

Entre las plagas de importancia que se presentaron en el cultivo, se encuentran las mosquitas de las pudriciones (Drosophila sp. y Sciara spp.), quienes causaron daños directos, al ovopositar y desarrollarse sus larvas en los cuerpos fructíferos, e indirectos, al ser vectores de las enfermedades.

La cosecha se realizó manualmente; al sexto día, en el caso de la cepa-8 y al octavo, en la otra, días en que dichas especies han alcanzado su máximo crecimiento y por lo tanto, su mayor peso y para que éste no sea afectado, el corte se debe hacer al ras del sustrato (Fig. 10), los hongos se deben pesar inmediatamente después de haber sido cosechados y luego pueden ponerse a deshidratar para ejemplares de herbario ó transportarse en recipientes donde no se maltraten (Fig.11), para su uso final.

Las eficiencias biológicas (Grafica 1), se obtuvieron de los datos requeridos que se encuentran en los apéndices (3 y 4), los cuales a su vez, son los promedios de los pesos de las tres bolsas cosechadas por muestra. Las diferencias, de acuerdo a lo observado, se deben a los tiempos de fermentación y pasteurización. Un corto tiempo de degradación en el bagazo, da como resultado un sustrato con una consistencia dura y por lo tanto, con baja capacidad de absorción y retención de agua ya que ésta sólo queda adherida a las fibras y entre los espacios, por lo que fácilmente, en un ambiente de poca humedad relativa, se pierde, ocasionando graves daños en el desarrollo de los hongos. Con respecto a la pasteurización, como los sustratos de mayor tiempo de fermentación tenían mayor cantidad de humedad, no se alcanzó la temperatura suficiente en el sustrato para eliminar a los contaminantes de estos medios, por lo que en ellos proliferaron, afectando hasta en un 30% la producción.



Gráfica I. Eficiencias biológicas de los diferentes sustratos estudiados.

■ = 17 días de fermentación activa
 ▨ = 19 días de fermentación activa
 □ = 22 días de fermentación activa

Los componentes principales del bagazo son: celulosa, hemicelulosa y lignina. El primero de los tres, es un polímero de glucosa (elementos de D-glucosa unidos por enlaces Beta-1,4 glucosídicos). El segundo, comprende a los polisacáridos de bajo peso molecular (xilosa, arabinosa y galactosa) y, el último, es un complejo formado por un polímero tridimensional de residuos de fenilpropano, que se encuentran en estado amorfo alrededor de las microfibrillas de celulosa. Con el fin de observar la pérdida de cada uno de ellos, en el proceso de cultivo, el sustrato, después de tres cosechas, se analizó en el Laboratorio de Química de la Madera de IMCYP., UDEG., bajo la dirección del Ing. Virgilio Zúñiga.

Los resultados (apéndice 7), demuestran que la celulosa fue consumida en un 12.97% y la hemicelulosa 15.22%, quedando la lignina, a reserva de nuevos resultados, sin ser afectada. Esta observación y además, ya que el sustrato no pierde en gran manera su consistencia, hace pensar, que agregando un material que aporte carbohidratos al medio, éste puede servir para nuevos ciclos de cultivo.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

VI. CONCLUSIONES

- 1 - De acuerdo a las instalaciones, materiales y técnicas que se usaron en la realización de este trabajo, se puede decir que los primeros dos objetivos se cumplieron ya que el presente estudio, puede considerarse como base para una serie de nuevas investigaciones que impulsen la explotación de los hongos en el Estado de Jalisco.
- 2 - Por los resultados de producción, aportados por los sustratos sin aditivos, se puede considerar al bagazo como un desecho con gran potencial para producir alimentos a bajo costo, y aunque actualmente su abundancia constituye un problema, al canalizar parte de él a la producción de hongos comestibles, tomaría cierta importancia y de ésta manera, dejaría de ser problema.
- 3 - Tomando en cuenta que las eficiencias biológicas, alcanzadas en este experimento, en promedio general, -- fueron superiores al 100%, la hipótesis planteada se acepta, ya que cualquier sustrato con esta característica, puede considerarse de buena calidad y usarse en una explotación industrial de hongos.
- 4 - En cuanto a la fermentación, el tiempo que se usó dió buenos resultados, los que en zonas con alta humedad relativa, se pueden alcanzar con menos días de tratamiento, pero en caso de que se hagan nuevos estudios usando aditivos, se deben variar las cantidades y los tipos de ellos y la fermentación se puede realizar bajo el procedimiento de este trabajo ó con nuevos métodos y tiempos.

- 5 - Por las características de productividad que presenta la cepa-8, para una producción comercial en el valle de Zapopán, de las dos estudiadas, es la más prometedora.
- 6 - La degradación que sufren los componentes del bagazo es mínima, por lo que el uso de este desecho, después del cultivo, queda supeditado a nuevos estudios, antes de usarlo como abono orgánico ó forraje.



VII. BIBLIOGRAFIA

- 1 - Chang, S.T. y P.G. Miles, 1984. A new look at cultivated mushrooms. BioScience 34: 358-362.
- 2 - Fauconnier, R. y D. Bassereau, 1975. La caña de azúcar. Blume, Barcelona.
- 3 - Guzmán, G., 1977. Identificación de los hongos. Limusa, México.
- 4 - ———, 1978. Hongos. Limusa, México.
- 5 - ——— y D. Martínez-Carrera, 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. - Ciencia y desarrollo 65: 41-48.
- 6 - Lee, T.S. y R.J.Hirata, 1984. Memorias del simposium sobre el cultivo de hongos. Subsecretaría Forestal, - SARH., Puebla.
- 7 - Libby, C.E., 1976. Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel. CECOSA., México.
- 8 - Martín del Campo, R., 1968. Contribución al conocimiento de la nomenclatura micológica 'náhuatl. Bol. Soc. Méx. Mic. 2: 25-36.
- 9 - Martínez, D., 1984. Cultivo de Pleurotus ostreatus sobre desechos agrícolas, II) obtención y caracterización de cepas nativas en diferentes medios de cultivo sólido en laboratorio. Biótica 9: 243-248.
- 10 - ———, M. Quirarte, C. Soto, D. Salmones y G. Guzmán, 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. Bol. Soc. Méx. Mic. 19: 207-219.
- 11 - ———, G. Guzmán y C. Soto, 1985. The effect of fermentation of the coffee pulp in the cultivation of Pleurotus ostreatus in Mexico. Mushroom Newsletter for the tropics, Hong Kong 6 (1):21-28.

- 12 - Mendaza, R. y G. Díaz, 1980. Las setas. Grupo de empresa Iberduero. Vizcaina, Bilbao.
- 13 - Monroy, O. y G. Viniegra, 1981. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT. México.
- 14 - Pegler, D.N., 1977. A preliminary agaric flora of East Africa. Kew Bull. Add. Ser. VI. Her Majesty's Stat Off, Londres.
- 15 - Singer, R., 1975. The Agaricales in modern taxonomy.- Cramer, Vaduz.
- 16 - Smith, A.H. y N. Smith Weber, 1980. The mushroom hunter's field guide. Univ. Mich. Press, Ann Arbor.
- 17 - Soto, C., 1985. Efecto de la fermentación aerobia de la pulpa de café en el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus. Tesis profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Univ. Veracruzana, Xalapa.
- 18 - Steineck, H., 1972. Cultivo comercial del champiñón. Acribia, Zaragoza.
- 19 - Vedder, P.J.G., 1979. Cultivo moderno del champiñón. Mundi-prensa, Madrid.
- 20 - Vetter, J., 1985. The production of enzymes of species in the genus Pleurotus. Mycologia Helvética 1: 461-471.

Apendice 1. Especies de hongos comestibles, que crecen en forma natural y susceptibles de ser cultivados en México (Martínez et. al., 1984).

Agaricus bitorquis (Quéf.) Sacc.

Auricularia fusco-succinea (Mont.) Parl.

Auricularia polytricha (Mont.) Sacc.

Dictyophora indusiata (Vent. ex Pers.) Desv.

Flamulina velutipes (Curt. ex Fr.) Sing.

Lentinus cubensis (B. & C.) Sing.

Pholiota mutabilis (Schaeff. ex Fr.) Kumm.

Pleurotus cornucopiae (Paul. ex Fr.) Gill.

Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm.

Pleurotus smithii Guzmán

Tremella fuciformis Berk.

Volvariella bakeri (Murr.) Schaffer

Volvariella bombycina (Schaff. ex Fr.) Sing.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Apéndice 2. Otras especies que se conocen de Pleurotus

- P. araucariicola Sing.
P. calyx (Speg.)
P. calyptratus⁺ (Lindbl. in Fr.) Sacc.
P. citrinopileatus Sing.
P. columbinus Quélet. apud. Bres.
P. concavus (Berk.) Sing.
P. convivarum Dunal & Delille apud Lagarde.
P. cornuconiae⁺ (Paul. ex Fr.) Gillet .
P. cystidiosus⁺ O.K. Miller
P. dryinus (Pers. ex Fr. Quélet)
P. elongatipes (Peck.)
P. eryngii⁺ (DC. ex Fr. Quélet)
P. euosmus (Berk. apud Hussey) Sacc.
P. flabellatus⁺ (Berk. & Br.) Sacc.
P. geesterani Sing.
P. gemmelari (Inz.) Sacc.
P. hirtus (Fr.) Sing.
P. importatus Henn.
P. japonicus (Kawamura) Sing.
P. javanicus (Lév.) Sing.
P. laciniatocrenatus (Speg.) Speg.
P. levis (B. & C.) Sing. (=P. strigosus(B. & C.)Sing.?)
P. lignatilis (Pers. ex Fr.) Kummer
P. lindquistii Sing.
P. limpidus (Fr.) Sacc.
P. luteocalbus Beeli in Bull.
P. mutilus Fr. Gill.
P. nebrodensis (Inzenga) Quélet
P. opuntiae (Dur. & Lév.) Sacc.
P. ostreatoroseus Sing.
P. pantoleucus (Fr.) Gillet (sensu Sacc.)
P. parthenopeius (comes) Sacc.
P. passeckerianus Pilát.
P. phellodendrii Sing.

- P. porrigens (Angel's Wings)
P. prometheus (Berk. & Cuert.) Sacc.
P. pulmonarius⁺ (Fr.) Qué1.
P. rickii Bres.
P. sajon-caju⁺ (Fr.) Sing.
P. salignus (Pers. ex Fr.) Kummer
P. sapidus Kalchbrenner
P. smithii⁺ Guzmán
P. squarrosulus (Mont.) Sing.
P. sutherlandii Sing.
P. tuber-regium⁺ (Fr.) Sing.
P. yuccae Maire
P. zimmermannii (Eichelb.) Sacc. & Trott.

Esta lista fue hecha en base a los siguientes autores:

Guzmán, (1977)
 Mendaza y Díaz, (1980)
 Pegler, (1977)
 Singer, (1975)
 Vetter, (1985)

+ = Especies cultivadas comercialmente en diferentes países.

Apéndice 3. Características de productividad de la cepa-8,
Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm.

SUSTRATO		COSECHAS (GR.)								TOTAL	EFICIENCIA		
TIPO	PESO (GR.)									(GR.)	DI	DEC	BIOLOGICA (%)
FD.SA.	HUM.	SECO	1 ^a	cf	2 ^a	cf	3 ^a	cf					
17	1000	119	118.6	20	21.8	3	12.6	5	153.0	13	17	128.57	
19	"	116	88.2	4	27.5	10	13.0	5	128.7	23	15	110.94	
22	"	114	89.0	4	43.0	7	10.0	6	142.0	25	18	124.56	
5DFP.SA.													
17	1000	140	146.0	27	37.0	7	17.0	7	200.0	21	18	142.85	
19	"	142	98.0	20	39.0	8	9.0	4	146.0	21	19	102.81	
22	"	146	127.8	15	28.5	12	12.0	8	168.3	20	21	115.27	
10DFP.SA.													
17	1000	136	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
19	"	148	93.0	15	31.6	7	10.0	4	134.6	23	16	90.94	
22	"	140	107.0	18	31.0	7	17.0	8	155.0	14	14	110.71	

DI = Días de incubación.

DEC = Promedio de días entre cosechas.

cf = Cuerpos fructíferos producidos por cosecha.



Apéndice 4. Características de productividad de la cepa-4,
(*Pleurotus floridanus*) Singer.

SUSTRATO			COSECHAS (GR.)						TOTAL	EFICIENCIA		
TIPO	PESO (GR)		1 ^a		2 ^a		3 ^a		(GR.)	DI	DEC	BIOLOGICA (%)
FD.SA.	HUM.	SECO	1 ^a	cf	2 ^a	cf	3 ^a	cf				
17	1000	119	124.0	88	34.0	4	9.0	4	167.0	16	26	140.33
19	"	116	68.0	19	9.5	5	—	—	77.5	30	17	66.81
22	"	114	102.0	86	28.0	6	12.0	5	142.0	22	20	124.56
5DFP.SA.												
17	1000	140	123.3	12	49.4	5	25.0	6	198.0	35	21	141.42
19	"	142	86.7	15	26.3	7	10.6	5	124.0	27	16	87.32
22	"	146	93.0	29	17.0	6	11.0	6	121.0	29	14	82.87
10DFP.SA.												
17	1000	136	180.0	31	10.0	3	—	—	190.0	60	23	139.70
19	"	148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	"	140	150.0	37	55.0	8	15.0	8	220.0	19	20	157.14

DI = Días de incubación.

DEC = Promedio de días entre cosechas.

cf = Cuerpos fructíferos producidos por cosecha.

Apéndice 5. Composición química del bagazo de caña
(en % de peso seco)

C O M P O N E N T E S	M U E S T R A S		
	1	2	3
Celulosa	46	49.55	43.21
Hemicelulosa	25	29.17	24.73
Lignina	20	21.27	32.06
Silice, grasas, ceras y cenizas	9	—	—

- 1) Datos reportados por Monroy y Viniegra (1981).
 2 y 3) Muestras analizadas por el Ing. Virgilio Zúñiga (1986):
 2 - Material, tal y como sale del ingenio.
 3 - Bagazo después de tres cosechas de hongos

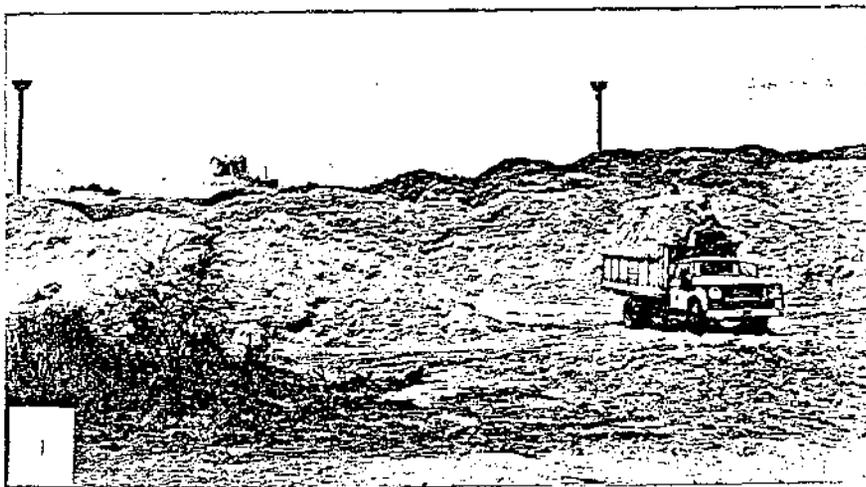
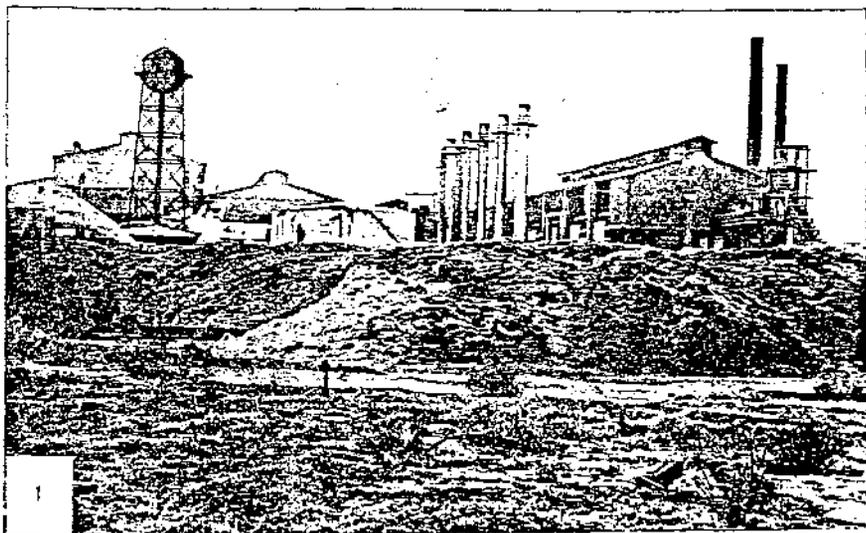


Fig. 1.- Dos vistas de los grandes volúmenes de bagazo de caña, en los patios del ingenio de Tala, Jal.

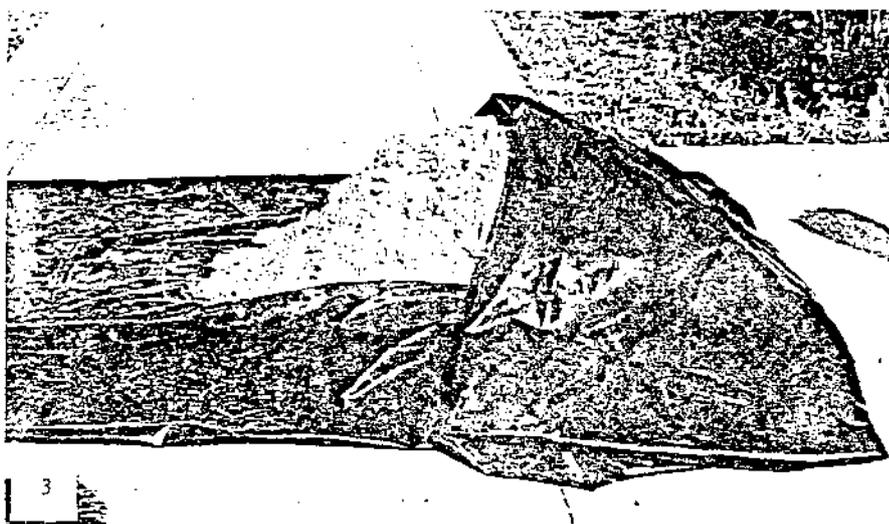
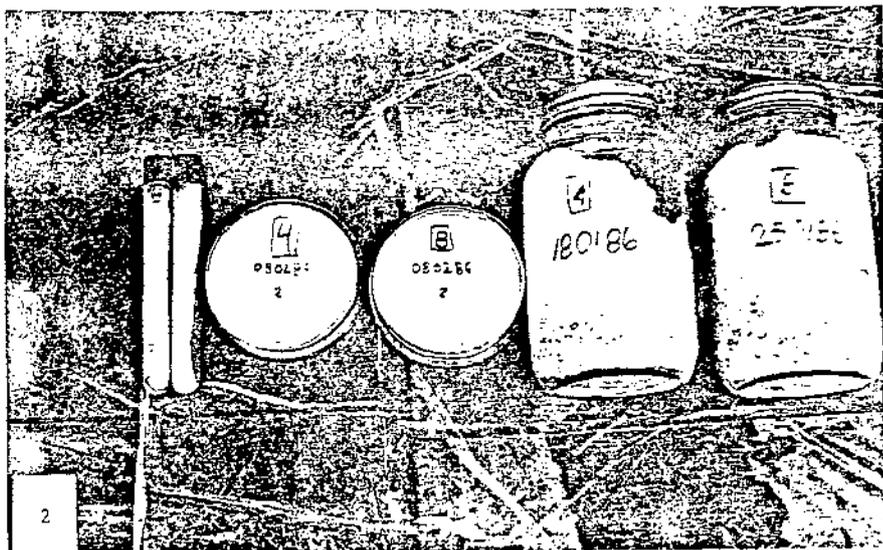


Fig. 2.- Resiembra de micelio; de los tubos de ensaye se transplanta una pequeña sección a las cajas de petri y de éstas a los frascos (inóculo).

Fig. 3.- Este es uno de los montones de bagazo, parcialmente cubierto para su fermentación.

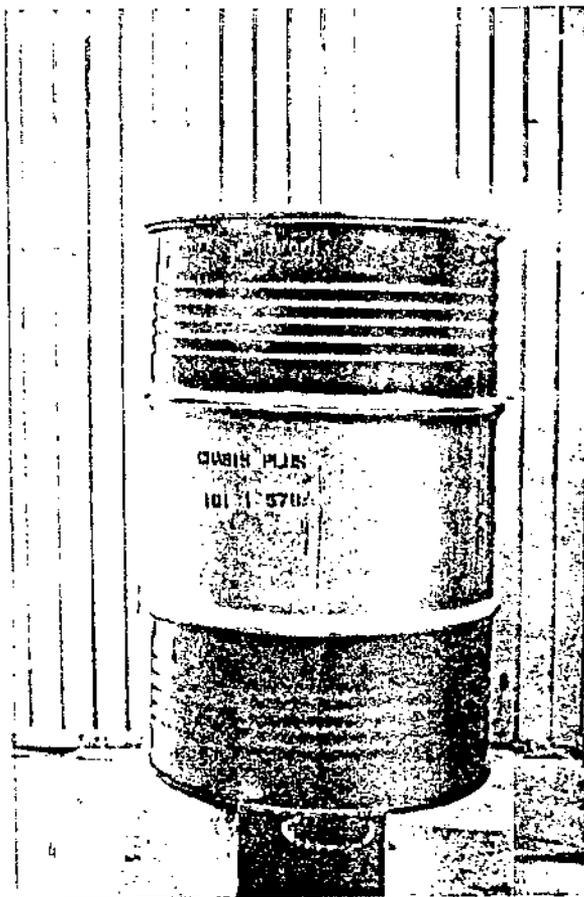


Fig. 4.- Generador de vapor, improvisado para este experimento.



5

Fig. 5.- Siembra, se realiza al ir llenando la bolsa con -
delgadas capas de sustrato y distribuyendo entre
ellas el inóculo.

Fig. 6.- Despojo
de la bolsa, pa
ra facilitar el
crecimiento de
los hongos.



6

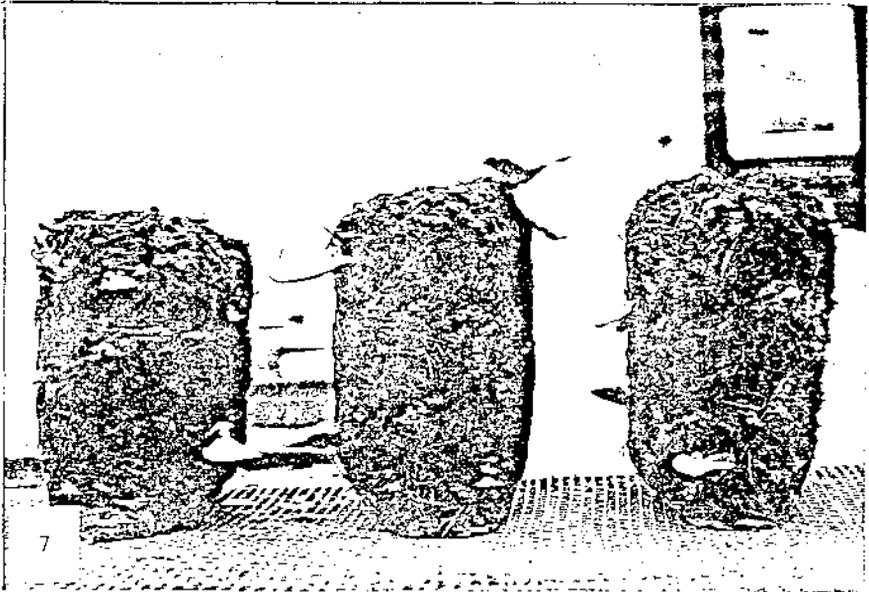


Fig. 7.- Hongos desarrollados en la segunda fructificación
y en los sustratos con aditivos.

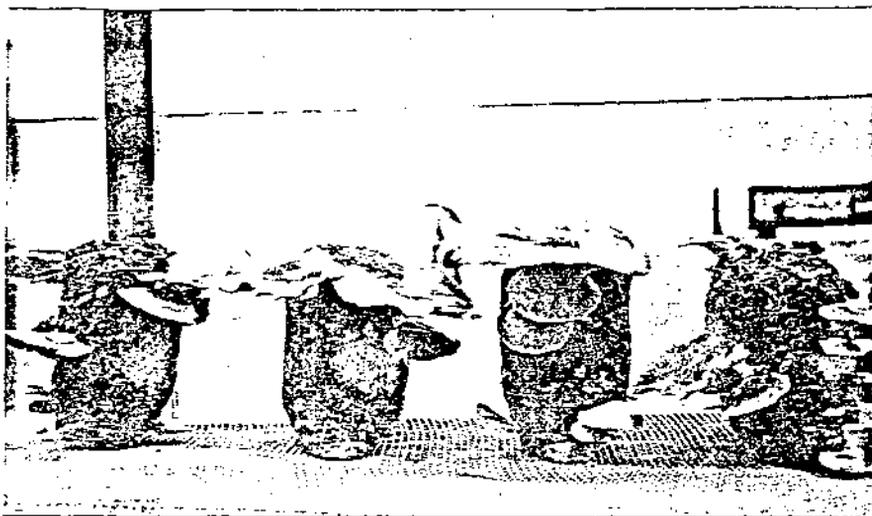


Fig. 8.- Cuerpos fructíferos, desarrollados en sustratos sin aditivos, de la cepa-3.

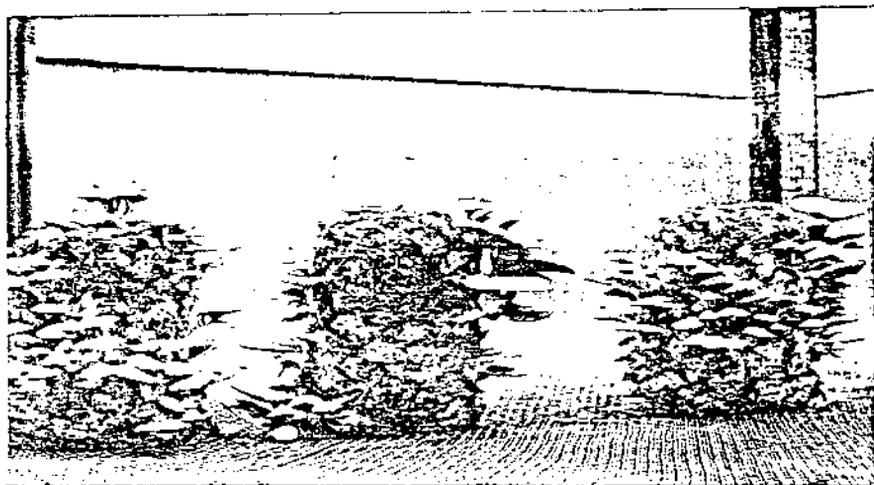


Fig. 9.- Fructificación característica de la cepa-4. Observe la agrupación de los carpóforos y la abundancia de zonas blancas algodonosas (aglomeraciones de hifas) en la superficie del sustrato.

Fig. 10.- Cosecha, ésta se realiza cortando los hongos al ras del sustrato con un bisturí desinfectado.

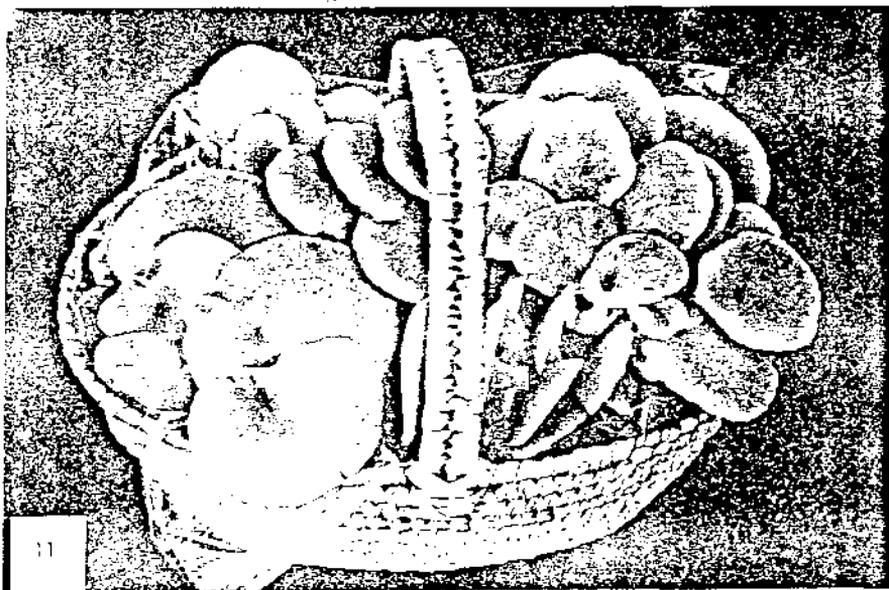
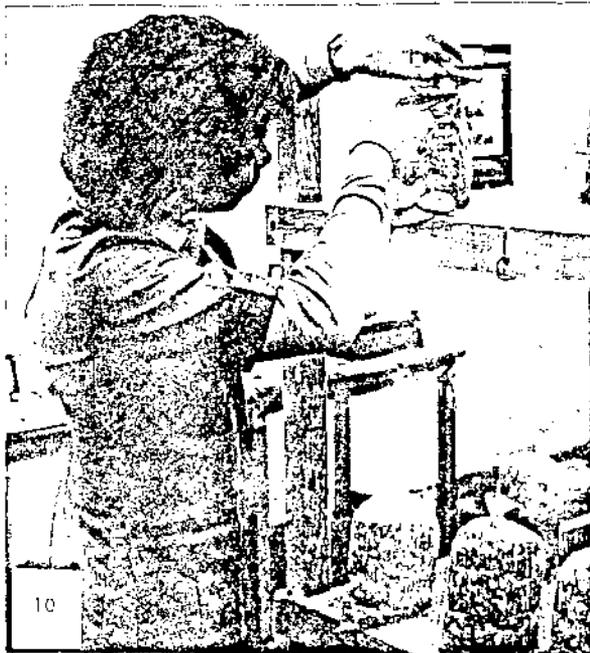


Fig. 11.- Las canastas son los recipientes más adecuados para transportar los hongos.