

COD. 0811271801

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES.



“CULTIVO DEL HONGO DE ENCINO (*Lentinus spp.*) SOBRE UNA
MEZCLA DE BAGAZO DE MAGUEY TEQUILERO
Y DE CAÑA DE AZUCAR”.

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A
FAUSTO GUERRA SERGIO

GENERACION 1986-1990

GUADALAJARA, JAL., AGOSTO 1994



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Expediente

Número

Sección

C. SERGIO FAUSTO GUERRA

P R E S E N T E . -

Manifestamos a usted, que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis "CULTIVO DEL HONGO DE ENCINO (*Lentinus spp.*) SOBRE UNA MEZCLA DE BAGAZO DE MAGUEY TEQUILERO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis el M. en C. Conrado Soto Velazco.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 26 de Noviembre de 1993

EL DIRECTOR

DR. EULOGIO PIMENTA BARRIOS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
 EL SECRETARIO

M. EN C. MA. GEORGINA GUZMAN GODINEZ

c.c.p.- El M. en C. Conrado Soto Velazco, Director de Tesis.-pte.
 c.c.p.- El expediente del alumno

EPB/MGGG/cglr.

C. DR. FERNANDO ALFARO
DIRECTOR DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Por medio de la presente nos permitimos informar a usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el pasante FAUSTO GUERRA SERGIO código número 81271801 con el título "CULTIVO DEL HONGO DE ENCINO (*Lentinus* spp.) SOBRE UNA MEZCLA DE BAGAZO DE MAGUEY TEQUILERO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR". Consideramos que reúne los méritos necesarios para la impresión de la misma y la realización de los exámenes profesionales respectivos. Comunicamos lo anterior para los fines a que haya.

A T E N T A M E N T E

Guadalajara, Jalisco 16 de mayo, 1994

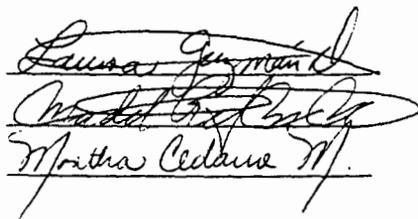
EL DIRECTOR DE TESIS



M. en C. CONRADO SOTO VELAZCO

SINODALES:

M. en C. LAURA GUZMAN DAVALOS
M. en C. MARIA DEL REFUGIO MORA NAVARRO
BIOL. MARTHA CEDANO MALDONADO



A MIS PADRES.....

Margarita y Lino Fausto

A MIS HERMANOS.....

Como una muestra de cariño y respeto

A MI NOVIA.....

Susana por el amor que siempre me a brindado

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al M. en C. Conrado Soto Velazco, por la dirección de este trabajo.

A la M. en C. Laura Guzmán-Dávalos por las críticas y correcciones del escrito.

A los compañeros del laboratorio de Micología del Instituto de Botánica, por el apoyo brindado.

A la Biól. Ana Lilia Viguera Guzmán y al Lic. Tino Granata Leone por su invaluable asesoría en la impresión del trabajo.

A todos los compañeros del Instituto de Botánica que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

La presente tesis se llevó a cabo en el laboratorio de Micología del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, bajo la dirección del M. en C. Conrado Soto Velazco, como parte del proyecto " Producción de alimento a partir del cultivo de hongos sobre residuos agroindustriales".

**CULTIVO DEL HONGO DE ENCINO (LENTINUS spp.) SOBRE UNA MEZCLA DE
BAGAZO DE MAGUEY TEQUILERO Y DE CAÑA DE AZUCAR**

RESUMEN

Se cultivaron 2 especies de *Lentinus* spp. una de origen asiático (*Lentinus edodes* =IBUG-37) y otra americana (*L. boryanus* =IBUG-35) colectada en los límites de Michoacan y Jalisco. Los substratos probados fueron: bagazo de maguey tequilero, bagazo de caña de azúcar y una mezcla de ambos substratos en proporción de 3:1 en base seca respectivamente.

De los substratos utilizados sólo con bagazo de maguey y en la mezcla se obtuvieron cuerpos fructíferos. En la mezcla de bagazo de maguey y bagazo de caña de azúcar con la cepa IBUG-35 se obtuvo una eficiencia biológica de 63.4 y 7.3% en carpóforos frescos y secos respectivamente, mientras que la IBUG-37 en la misma mezcla se obtuvo 38.7% en hongos frescos y 5.9% en secos.

En cuanto al período de fructificación en la mezcla de bagazo de maguey y bagazo de caña de azúcar la cepa IBUG-35 fructificó de los 126.3 a 134.1 días después de la inoculación. La IBUG-37 inició su fructificación en la mezcla de los 132.2 a 155.2 días después.

Estos resultados abren la posibilidad de cultivar especies nativas de *Lentinus* que se adapten a substratos lignocelulósicos para sustituir a los usados tradicionalmente, como son los aserrines y troncos.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
GENERALIDADES	4
ANTECEDENTES	9
OBJETIVOS	12
MATERIALES Y METODOS	14
RESULTADOS	20
DISCUSION	24
LITERATURA CITADA	31

INTRODUCCION

En México el cultivo del champiñon (*Agaricus* spp.), monopolizado por las compañías "Hongos de México" y "Hongos Leben", es una actividad que recientemente ha resurgido, debido a su apertura a través de investigaciones en esta tecnología. Anteriormente se mantenía un hermetismo muy fuerte en las plantas de cultivo, por temor a que se incrementara la competencia (Leal-Lara, 1985).

Este resurgimiento y la capacitación de técnicos e investigadores en el extranjero, ha permitido que se incremente en México el cultivo a nivel comercial del champiñon, lo cual a provocado en los últimos años el aumento de la oferta, lo que finalmente ha conducido a una disminución en el precio del producto en el mercado.

Por otro lado, actualmente se ha notado un aumento muy significativo en el cultivo de otro hongo comestible, que comercialmente los productores denominan "setas" y que corresponde a especies del género *Pleurotus*. En 1990, México produjo alrededor de 356 toneladas de este hongo, cantidad importante en relación a lo que se obtuvo en ese mismo año en los E.U.A. que fue el doble de la producción mexicana (Martínez-Carrera *et al.*, 1993).

En la producción de *Pleurotus*, se pueden utilizar la mayoría de esquilmos y residuos agroindustriales que se generan en México, y que de modo general, ascienden a alrededor de las 18.5 toneladas métricas anuales (Mata y Martínez-Carrera, 1988), por lo que este hongo tiene un amplio potencial de producción y comercialización en el mercado mexicano (Guzmán *et al.*, 1993).

A pesar de que México posee una tradición ancestral en el consumo de hongos comestibles, es evidente el poco avance que se tiene en el cultivo de otras especies. Por lo que resulta lamentable que de los 13 géneros que se cultivan a nivel comercial en el mundo, sólo 2 de ellos se cultivan en nuestro país (*Agaricus* spp. y *Pleurotus* spp.) y más lamentable aún, que éstos crecen de forma natural en los bosques de México y no son aprovechados como un recurso alimentario más (Martínez *et al.*, 1984).

Por tal motivo, es necesario una diversificación a través del cultivo de otros géneros de hongos comestibles, que permitan hacer más competitiva y rentable esta actividad, como es el caso de los géneros *Auricularia*, *Lentinus* y *Volvariella*, que se cultivan en otros países y que ocupan un importante lugar en la producción mundial.

Lentinus edodes (Berk.)Sing es una especie asiática, que se cultiva principalmente sobre troncos de encino y aserrín; comercialmente se le conoce con el nombre japonés de "shiitake" (hongo que crece en el árbol Shii), "hongo negro" en China, u "hongo de encino" en otros países (Rae-Lee, 1980). Esta especie posee un amplio potencial para ser cultivada en México,

por lo que diversos investigadores e inversionistas, han tratado de cultivarlo utilizando técnicas asiáticas adaptadas a nuestro medio; sin embargo, el éxito ha sido poco, debido a la escasa adaptación de las cepas extranjeras, así como a la carencia y calidad de la materia prima forestal en México.

L. boryanus (Berk. & Mont.)Sing. es una especie americana que crece en zonas tropicales y subtropicales de México, sobre troncos muertos durante la época de lluvia (Mata y Guzmán, 1991). Morfológicamente, es una especie muy similar al shiitake, por lo que su cultivo podría resultar un éxito sobre maderas de árboles tropicales, tal como lo han planteado algunos investigadores. Desafortunadamente la tala inmoderada de los bosques para la apertura de tierras destinadas a la agricultura o la ganadería, ha incrementado el índice de deforestación, no sólo en México sino a nivel mundial (Halfpter, 1992), lo que obliga a pensar en si el cultivo del shiitake o del *L. boryanus* sobre madera se justifique actualmente en el país.

Por tal motivo se planteó la posibilidad de cultivar estas dos especies de *Lentinus*, sobre materiales residuales de la agroindustria, aprovechando la capacidad lignolítica de estos hongos. En el presente estudio se cultivaron *Lentinus edodes* y *L. boryanus* sobre los bagazos de maguey tequilero y de caña de azúcar, con la finalidad de estudiar el comportamiento y el crecimiento del micelio y hacer una evaluación de la producción de fructificaciones.

GENERALIDADES

a) Características macroscópicas de *Lentinus edodes* y *L. boryanus*, con base a observaciones personales y a lo descrito por Pegler (1983).

Lentinus edodes (Berk.)Sing.

= *Lentinula edodes* (Berk.)Pegler

Presenta un píleo de 5 a 11 cm de diámetro, convexo a plano convexo, con ligera depresión central, subescamoso, escamas triangulares a aeroladas, superficie de color café claro a café oscuro con tonos café rojizo. Láminas adherido-sinuadas a ligeramente libres, blanquecinas. Estípite de 3-4 x 0.8-1.3 cm, de consistencia fibrosa subleñosa, con escamas de color café oscuro. Contexto blanquecino, sistema hifal monomítico, hifas con paredes engrosadas, con fíbulas. Sabor y olor agradables. Crece sobre madera de diferentes especies, principalmente de la Familia Fagaceae.

Lentinus boryanus (Berk. & Mont.)Sing.

= *Lentinula boryana* (Berk. & Mont.)Pegler

Presenta un píleo de 0.5 a 5.0 cm de diámetro, convexo a plano convexo, con leve depresión central, subescamoso, escamas fibrilosas pequeñas, más abundantes hacia el margen, superficie color café claro a oscuro. Láminas adheridas o subadheridas, blanquecinas. Estípite

de 1-6 x 2.5 cm, de fibroso a duro, con pequeñas escamas. Contexto blanquecino, con sistema hifal monomítico, hifas con paredes engrosadas, con fíbulas. Sabor y olor agradables. Crece en bosques de pino-encino, de encino y mesófilo de montaña.

b) Consideraciones sobre la producción de *Lentinus edodes*.

En los últimos años, la producción de hongos a nivel mundial se ha incrementado significativamente, debido a la gran demanda generada por sus características culinarias y medicinales (Chang y Miles, 1989). Las especies con mayor demanda son el champiñón y el shiitake; se estima que la producción de *Agaricus* entre los años 1946 a 1986 fué de 100,000 a 1,226,640 toneladas métricas. En este mismo período, la producción mundial de shiitake fué de 10,000 a 300,000 toneladas métricas. Uno de los principales productores de *Lentinus* es Japón, este país aportó en el año de 1983 el 83 % de la producción mundial y el 51 % en 1986. El principal sustrato para la producción del *Lentinus* fueron troncos de encino (Przybyłowicz y Donoghue, 1990).

c) Propiedades medicinales de *Lentinus edodes*.

Una de las principales causas del aumento en el consumo de los hongos y principalmente de *Lentinus edodes*, son las propiedades medicinales que se le han atribuido (Royse *et al.*, 1990). Existen registros que revelan que durante la dinastía Ming (1368-1644 d.c.), Wu Shui estudiaba estas propiedades (Chang y Miles, 1989). Hoy en día, estas investigaciones se han promovido

y desarrollado, obteniendo como resultado, entre otros, la extracción de polisacáridos anticancerígenos y sustancias antivirales (Hamuro *et al.*, 1974; Yamamura y Cochran, 1974).

Otras propiedades de *L. edodes* son: aceleración del metabolismo y excreción del colesterol; inducción de la producción de interferón; estimulación de linfocitos-T en el sistema inmune; inhibición viral en infecciones en plantas (Przybylowicz y Donoghue 1990). Sin embargo, la especulación ha ido más allá de lo que se ha demostrado científicamente.

d) Características de los bagazos de maguey tequilero y de caña de azúcar.

El cultivo del maguey tequilero (*Agave tequilana* Weber) es una de las actividades más prósperas en algunos municipios del estado de Jalisco; por lo que se destinan grandes terrenos sin vocación para otros cultivos, al de esta planta. En 1993 en Jalisco se produjeron 350,160 toneladas de maguey tequilero en aproximadamente 8,754 hectáreas. El municipio de Amatitán, se constituyó como el primer productor de maguey tequilero, le siguieron Tequila, Atotonilco, Arenal y por último Arandas, Tepatitlán y Tototlán (información proporcionada por la Cámara Regional del Tequila en mayo de 1994).

Se calcula que para obtener un litro de tequila se desechan entre 55 y 60 kg de bagazo, el cual es un material fibroso, de color café claro, con un 3 al 5 % de azúcares solubles. Según la Cámara Regional del Tequila, en el año de 1989, se produjeron más de 330,000 toneladas métricas de bagazo, de los cuales buena parte se desechó en tiraderos al aire libre.

El cultivo de la planta *Saccharum officinarum* L. es uno de los más importantes en las zonas tropicales de México, específicamente en los estados de Morelos, Veracruz y Jalisco. El principal producto que se obtiene de la planta es el azúcar y que durante su extracción se generan grandes volúmenes de bagazo. En Jalisco se calcula que anualmente se desechan, más de un millón de toneladas de bagazo (Guzmán-Paredes, 1977). El bagazo tiene poca utilidad, a excepción de su empleo como forraje o para la elaboración de tableros e incluso como combustible en las calderas de los ingenios; sin embargo, no todo el bagazo se utiliza, debido a que un alto porcentaje queda en los tiraderos, con lo cual se crea un problema de contaminación, ya que su degradación, al igual que la del bagazo de maguey, es muy lenta.

Cabe mencionar que estos dos subproductos agroindustriales han sido utilizados en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus* spp. con buenos resultados de producción (Guzmán-Dávalos *et al.*, 1987a y b; Soto-Velazco *et al.*, 1991a y b).

Por otro lado, dada la gran importancia a nivel mundial que tiene el cultivo del hongo *Lentinus edodes*, en el presente trabajo se consideró la utilización de dos subproductos lignocelulósicos importantes en el estado de Jalisco, como son el bagazo de maguey tequilero y el bagazo de caña de azúcar, para su empleo como substrato de cultivo, con la finalidad de substituir los troncos o aserrines que se usan de forma rutinaria en el cultivo de esta especie. Así mismo se estudió el crecimiento de *L. boryanus* que es una especie americana y que ha sido colectada en México, tanto en zonas templadas, como en tropicales y subtropicales (Mata y Guzmán, 1991), para poder determinar si es factible su cultivo y explotación a nivel industrial.

ANTECEDENTES

El cultivo del *Lentinus edodes* es una práctica muy antigua, de acuerdo a una leyenda china se menciona que Wu San Kwung, que nació durante la dinastía Sung (960-1127 d.c.), fue el que primero desarrolló una técnica de cultivo del *Lentinus edodes* sobre troncos de encino. Sin embargo, también se hace referencia a un tipo de semicultivo del emperador japonés Chuai en el año 199 d.c., que inoculaba con esporas madera de encino y que posteriormente mandaba a sus súbditos a recolectar los carpóforos (Chang y Miles, 1989).

Aunque de modo general, no se ha abandonado la utilización de troncos de encino y otras maderas, se han realizado importantes innovaciones desde el punto de vista práctico en cuanto a la selección y dimensiones de los troncos, época de corte, inoculación de los troncos, inducción de la fructificación, etc. Otra de estas contribuciones, es el empleo de aserrines, los cuales una vez suplementados con nutrimentos, se les da forma de troncos (método de cultivo en bolsas de plástico) y se inoculan con las cepas de *Lentinus* (Przybylowicz y Donoghue, 1990).

Entre las principales obras que se han escrito a nivel mundial, destacan la de Chang y Miles (1989), los cuales recopilaron una gran información acerca de aspectos genéticos, preservación, cultivo y nutrición de *Lentinus edodes*; otra de las obras es la de Przybylowicz y Donoghue (1990), en donde se concentra información histórica, taxonómica, medicinal, así como requerimientos para el cultivo del shiitake en troncos y aserrines; la de Rae-Lee (1980)

se distingue por ser uno de los primeros manuales para el cultivo de esta especie, en donde mencionó las principales especies de *Quercus* y *Carpinus* útiles para el cultivo de *L. edodes*.

Recientemente en México, se ha tratado de introducir el cultivo del *Lentinus edodes* imitando las técnicas japonesas por parte de empresas públicas y privadas. Sin embargo, el éxito ha sido escaso, debido a la falta de técnicos especialistas en esta materia, así como a la poca adaptación de las cepas a nuestro medio.

Martínez *et al.* (1984) mencionaron como posible especie de cultivo en México de *L. cubencis* (B. & C.)Sing. (= *L. boryanus*), por ser una especie que crece de forma natural en los bosques de México. Sin embargo, los resultados hasta hoy obtenidos para cultivar el shiitake o al *L. boryanus* han sido logrados, en su mayoría, a través de experiencias a nivel de laboratorio, como lo demuestran los siguientes trabajos.

Mata *et al.* (1990) cultivaron a *Lentinus edodes* en viruta de un árbol subtropical (*Carpinus caroliniana* Walter) enriquecido con cascarilla de arroz y semillas de mijo blanco. Se obtuvieron de 4 a 5 cosechas con un peso promedio de 116.5 g y una eficiencia biológica (e.b.) de 87.5 %.

Morales y Martínez-Carrera (1991) cultivaron a *L. edodes* en aserrín de *Bursera simaruba* (L.)Sarg. suplementado con salvado de trigo, con una e.b. de 49.9%. Morales *et al.* (1991) utilizaron 2 cepas de *Lentinus edodes* para inocular aserrín de árboles tropicales [*Quercus*

sp., *Bursera simaruba* (L.)Sarg., *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *arguta* (Schl.) Furlow y *Heliocarpus donnell-smithii* Rose]. En *Quercus* sp. se obtuvo una e.b. de 4.36 a 58.15 %, en *B. simaruba* de 36.90% en *A. acuminata* de 4.0 a 47.67%, y en *H. donnell-smithii* de 70.91 %.

Por último Mata (1992) estudió el efecto de la fermentación del aserrín de *Carpinus caroliniana* en el crecimiento micelial de 2 cepas de *L. edodes* y 2 cepas de *L. boryanus*; el experimento se desarrolló en cajas de petri, se evaluó la velocidad de crecimiento del micelio. Los resultados obtenidos indicaron que a mayor tiempo de fermentación disminuía el crecimiento micelial.

Debido a que los estudios en México acerca del cultivo de *Lentinus*, se han enfocado a substratos de aserrín de diversas especies de árboles, en el presente estudio se optó por buscar otros substratos lignocelulósicos, adecuados para el cultivo del *Lentinus* spp., con la finalidad de ofrecer una alternativa que permita cultivar el shiitake en México, sin alterar las condiciones ecológicas forestales, tal como se ha señalado en otros países como Tailandia (Nutalaya *et al.*, 1986), Japón, Corea, China y E.U.A., entre otros (Auetragul, 1984).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Cultivar los hongos comestibles *Lentinus edodes*, originario de Hong Kong y *L. boryanus*, de México, sobre los bagazos de maguey tequilero y de caña de azúcar, con la finalidad de ofrecer una alternativa para el aprovechamiento de estos residuos y a la vez obtener fructificaciones para consumo humano.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.- Obtener datos respecto de la elaboración del inóculo sobre semillas de gramíneas para el cultivo de *Lentinus edodes* y *L. boryanus*.
- 2.- Determinar si los bagazos de maguey tequilero (*Agave tequilana* Weber) y de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) son adecuados para el crecimiento de *Lentinus* spp. por medio de:
 - a) Obtener datos sobre la incubación y fructificación de las cepas de *Lentinus* spp. en los bagazos y una mezcla de ambos.

b) Conocer el tiempo de fructificación de las cepas de *Lentinus* spp. en los substratos.

c) Evaluar la eficiencia biológica de *L. edodes* y *L. boryanus* en los substratos probados.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG). La figura 1 muestra el desarrollo del experimento.

a) Especies utilizadas

Se utilizaron 2 especies de *Lentinus*: 1) *Lentinus edodes* (Berk.)Sing., cepa donada por el Dr. S. T. Chang de Hong Kong al Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos de Xalapa, Ver. Una réplica de dicha cepa, fue a su vez donada al Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara en donde se registró como IBUG-37. 2) *Lentinus boryanus* (Berk. & Mont.)Sing. cepa mexicana aislada por C. Soto-Velazco a partir de un espécimen colectado en los límites de los estados de Michoacán y Jalisco. Se encuentra registrada en el cepario de hongos comestibles del Instituto de Botánica como IBUG-35. Ambas cepas se preservan sobre un medio de cultivo de agar con extracto de malta, en tubos de ensaye a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

b) Elaboración de inóculo

En el cultivo de tradicional *Lentinus edodes* en troncos, se utiliza como inóculo aserrín o taquetes de madera, colonizados por el micelio. Para el cultivo del shiitake en bolsas con aserrín, se emplea como inóculo aserrín puro o mezclado con granos de mijo.

En el presente estudio se probaron 3 tipos de semillas con el fin de valorar cuál resulta más adecuada en la elaboración de inóculo de *Lentinus*, para su posterior siembra en los bagazos de maguey tequilero y de caña de azúcar. Las semillas probadas fueron: sorgo (*Shorgum vulgare* Pers.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y mijo (*Panicum mileaceum* L.).

El modo de preparación de las semillas, fue el que rutinariamente se emplea para elaborar inóculo de *Pleurotus* spp. (Guzmán *et al.*, 1993; Stamets y Chilton, 1983). Las semillas se lavaron con agua corriente y se dejaron remojar por espacio de 20 horas. Al final de este tiempo se tomó una muestra de los granos y se evaluó el porcentaje de agua absorbida por las semillas. Posteriormente se depositaron 200 g de granos húmedos en frascos de vidrio, a los cuales se les colocó un tapón de algodón. Se esterilizaron a 121 °C durante 30 minutos. Después de 24 horas, se inocularon con un fragmento de micelio de las cepas de *Lentinus*, que previamente fue desarrollado en una caja de petri con medio de cultivo. La incubación del micelio sobre los granos empleados se realizó a 26-28 °C.

Los parámetros que se emplearon para evaluar las semillas en la elaboración del inóculo fueron los considerados en Soto-Velazco *et al.* (1993), siendo los siguientes:

- a) colonización, la cual se determinó a los 15 días después de la inoculación, por medio de una inspección visual. Se clasificó en completa e incompleta.
- b) crecimiento del micelio, el cuál se ordenó en ralo, vigoroso y de poco vigor.

c) maduración, que consistió en el período de máximo crecimiento del micelio, determinado por el momento que no fue posible apreciar los granos.

c) Obtención y preparación de los sustratos

Bagazo de maguey tequilero (*Agave tequilana* Webber var. azul)

El bagazo de maguey tequilero fue obtenido de una fábrica de tequila, en la ciudad de Tequila, Jalisco. Se fermentó durante 20 días para la eliminación de azúcares solubles y la prevención de contaminación por mohos, así mismo la humedad se ajustó a cerca de un 80%, como lo recomendaron Soto-Velazco *et al.* (1991a).

Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Este bagazo se obtuvo del Ingenio "Jose María Martínez", ubicado en el municipio de Tala, Jalisco. En este caso el bagazo se fermentó por espacio de 15 días y se le ajustó la humedad al 75 % (Soto-Velazco *et al.*, 1991b).

d) Elaboración de la mezcla de bagazos

La mezcla se realizó con base en el peso seco de ambos substratos fermentados, con 3 partes de bagazo de maguey tequilero y una de bagazo de caña de azúcar.

e) Embolsados de los bagazos

Cada uno de los bagazos y la mezcla de ellos se extendió en el suelo y se le aplicó un 5 % de sorgo en relación al peso húmedo del substrato. La función del sorgo fue la de actuar como fuente de almidón durante el crecimiento vegetativo del micelio, en la fase de adaptación del substrato (Soto-Velazco, com. pers.).

Posteriormente cada substrato y la mezcla se colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad a razón de 2.5 kg de substrato húmedo por bolsa. Para cada substrato y por cepa se realizaron 5 réplicas.

f) Pasteurización de los substratos

La pasteurización tiene como objetivo matar o detener el crecimiento de microorganismos, tales como bacterias, mohos y hongos, que puedan competir con el micelio. Dicha

pasteurización consiste en la aplicación de calor por medio de agua caliente o vapor de agua (Zadrazil y Kurtzman, 1982).

Las bolsas con el sustrato se depositaron en un tambor metálico de 200 litros, el cual contenía agua hasta $\frac{1}{4}$ de su capacidad. Para evitar el contacto con el agua las bolsas se colocaron sobre una rejilla de madera. El tambor se cerró herméticamente y se calentó el agua con un quemador de gas, hasta que inició el desprendimiento de vapor. La temperatura se elevó hasta alcanzar 95°C a partir de este momento se contabilizaron 2.5 horas, que correspondieron al tiempo real de pasteurización. Después de ese tiempo, se dejó enfriar durante 24 horas.

g) Inoculación de los bagazos

La inoculación consistió en mezclar los granos de inóculo de forma homogénea, sobre el sustrato pasteurizado. Este proceso se realizó con ayuda de una cámara de flujo laminar, para evitar la contaminación del sustrato. En cada bolsa de sustrato se colocaron 200 gr de inóculo.

h) Incubación de los bagazos inoculados

La incubación del micelio en el sustrato se realizó en un cuarto en penumbra sobre literas de madera. Se midió la temperatura ambiente con un termómetro de máxima-mínima, hasta que concluyó la colonización, la cual se determinó una vez que el micelio cubrió el sustrato. Las bolsas se perforaron al tercer día después de la inoculación, para permitir el intercambio

gaseoso. Las perforaciones se realizaron con una navaja y cada perforación tuvo una longitud de más o menos 3 mm.

i) Fructificación y cosecha de los carpóforos

Una vez concluida la colonización del substrato, las bolsas se trasladaron al área de fructificación, en donde las condiciones ambientales favorecen la formación de los carpóforos. Cuenta con luz natural, la cuál penetra a través de láminas traslúcidas colocadas en el techo; se consiguió una humedad relativa alta por medio de riegos en el piso, paredes y directamente sobre el substrato; así mismo se indujo una ventilación forzada por medio de dos extractores de aire, cada uno de $\frac{1}{4}$ h.p. de potencia, que permitió un desarrollo normal de las fructificaciones, de acuerdo a lo sugerido por Stamets y Chilton (1982).

Cuando los carpóforos estuvieron listos para cosecharse, se cortaron con una navaja y se pesaron para evaluar la producción de hongos por bolsa. La evaluación de la producción se realizó de acuerdo a la fórmula de eficiencia biológica de Tschierpe y Hartman (1977), que relaciona el peso fresco de los hongos con la materia seca del substrato empleado, y la de Jain *et al.* (1988) que relaciona el peso seco de las fructificaciones y la materia seca del substrato. A los datos de eficiencia biológica obtenidos en cada uno de los substratos, y por cepa, se les practicó un análisis de varianza para corroborar sus significancias.

RESULTADOS

a) Elaboración de inóculo

Las semillas probadas para la elaboración de inóculo, tuvieron un porcentaje diferente de absorción de agua. La semilla de trigo retuvo un 60 a 65 %, el sorgo 45 a 50% y el mijo de 40 a 50% (Tabla 1). En la tabla 2 se presentan las características del inóculo elaborado con los tres tipos de semilla. Con las dos cepas de *Lentinus*, la colonización de los granos de sorgo y mijo fue completa a los 15 días. En el trigo, un 20 a 25% de los granos todavía no era cubierto en este mismo período. El crecimiento del micelio de ambas cepas fue ralo en trigo y vigoroso en sorgo y mijo. En cuanto a la maduración, el micelio de las cepas IBUG-37 e IBUG-35 en el trigo no alcanzó este estado, ya que siempre se mantuvo ralo. Con la cepa IBUG-37 la maduración se alcanzó a los 27 días en mijo y a los 28 días en sorgo. La cepa IBUG-35 en el mijo maduró a los 25 días y a los 28 en sorgo.

b) Cultivo de *Lentinus* spp. en los bagazos de maguey tequilero y de caña de azúcar

En las tablas 3 y 4 se pueden apreciar los cambios físicos que se observaron durante la incubación del micelio de *Lentinus edodes* y *L. boryanus*. La cepa IBUG- 37 (Tabla 3) en el bagazo de maguey tequilero formó pseudoprimordios entre 45.5 a 59.9 días después de la inoculación. Sobre el bagazo de caña de azúcar, sólo hubo crecimiento micelial de poco vigor y no se registró formación de pseudoprimordios. En la mezcla de los bagazos los pseudoprimordios

aparecieron entre 42.4 y 47.6 días después de la inoculación. Otra de las características físicas observadas fue el cambio de color del micelio, de blanco a color café-rojizo, el cual ocurrió en el bagazo de maguey en 59 a 64.3 días después de la inoculación. En el bagazo de caña de azúcar no se presentó cambio de color. En la mezcla de los bagazos la pigmentación ocurrió entre 41.8 a 48.2 días.

En la tabla 4 se indican los días en que ocurrieron los cambios físicos con la cepa IBUG-35. La formación de pseudoprimordios en bagazo de maguey ocurrió de 47.1 a 53.5 días después de la inoculación. En bagazo de caña de azúcar, como en el caso de la cepa IBUG-37 de *L. edodes*, sólo hubo crecimiento de poco vigor, sin alcanzar a formar pseudoprimordios. En la mezcla de los bagazos los pseudoprimordios aparecieron entre 41.9 a 48.1 días después de la inoculación. En cuanto a la pigmentación, en el bagazo de maguey tequilero ocurrió entre 58.7 a 65.9 días. Con el bagazo de caña no se presentó cambio de color. En la mezcla de bagazos el cambio de color ocurrió entre 42.4 a 47.6 días después de la inoculación.

En la tabla 5 se muestra el período en el que presentó la fructificación de las cepas en los sustratos probados. La cepa IBUG-37 en bagazo de maguey, fructificó entre 100.9 a 105 días y la IBUG-35 entre 150.0 a 155.3 días. En bagazo de caña de azúcar ninguna de las cepas fructificó. En la mezcla de los bagazos, la cepa IBUG-37 fructificó entre 131.2 a 155.28 días después de la inoculación y la cepa IBUG-35 entre 126.3 a 134.1 días.

Los datos de producción y eficiencia biológica de las cepas de *Lentinus* se muestran en las tablas 6 y 7. La cepa IBUG-37 (Tabla 6) tuvo una producción promedio por cada kg de bagazo de maguey seco empleado de 379.7 g de hongos frescos y de 55.3 g en peso seco, lo cual representa una eficiencia biológica de 38.0 y 5.5%, respectivamente. En el bagazo de caña no se cosechó ningún carpóforo. En la mezcla de los bagazos, por cada kg de substrato se obtuvieron 387.2 g de hongos frescos y 58.8 g en peso seco. Respecto a la eficiencia biológica fue de 38.7% con base en el peso fresco y de 5.9% con base en el peso seco de las fructificaciones.

Con la cepa IBUG-35 (Tabla 7) se obtuvieron los siguientes resultados. Por cada 1000 g de bagazo de maguey seco, se obtuvieron 179.3 g de hongos frescos, los cuales una vez deshidratados tuvieron un peso de 21.2 g. La eficiencia biológica fue de 17.9 y 2.1% con base en el peso fresco y seco de los carpóforos, respectivamente. Como en el caso de la cepa IBUG-37, sobre el bagazo de caña no se obtuvo ninguna cosecha. En la mezcla de bagazos se obtuvo una producción por cada 1000 g, de 633.6 g de hongos frescos, que en peso seco dieron un total 72.6 g. La eficiencia biológica que se obtuvo fue de 63.4% en el caso de los carpóforos frescos, y de 7.3% con los carpóforos deshidratados.

A los resultados de eficiencia biológica de las cepas, en cada uno de los substratos se les practicó un análisis de varianza con la finalidad de determinar su significancia, con lo cual se obtuvo lo siguiente. Las eficiencias biológicas de la cepa IBUG-37 (*Lentinus edodes*) no fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) al emplear bagazo de maguey sólo y la mezcla de los

bagazos de maguey y de caña de azúcar. Con la cepa IBUG-35 (*L. boryanus*) se encontró que las eficiencias biológicas obtenidas sí son significativamente diferentes ($P < 0.05$); la mejor producción de hongos se obtiene con la mezcla de los bagazos.

DISCUSION

Los esquilmos y residuos agroindustriales, son una de las fuentes potenciales de energía no aprovechadas en su totalidad, debido al escaso desarrollo de tecnologías que permitan obtener un beneficio directo al hombre. En la naturaleza, los hongos poseen las enzimas necesarias para aprovechar todos los compuestos orgánicos presentes en los ecosistemas. Particularmente, los hongos lignocelulolíticos crecen de forma espontánea sobre troncos y ramas de árboles muertos, aunque también es posible encontrarlos en cúmulos de hojarasca, trozos de madera o de ramas.

Las especies de *Lentinus*, se caracterizan por crecer en madera de árboles de la familia Fagacea, como por ejemplo los *Quercus*, *Carpinus*, *Acer* y *Liquidambar*, entre otras. Debido a la observación de esta particularidad, es probablemente como nació la idea del cultivo del shiitake. Como se mencionó en la introducción, el cultivo es muy antiguo y actualmente es la segunda especie en producción en el mundo, lo cual indica que su estado tecnológico es muy alto en relación con otras especies.

México cuenta con recursos maderables o especies vegetales adecuados para mantener una buena producción de shiitake; para lo cual, se deberá tomar en cuenta la domesticación de cepas nativas, así como la adaptación de las cepas introducidas. Otro aspecto, es la selección adecuada de una especie vegetal, en donde se contemple su manejo forestal y una evaluación del impacto de la extracción en su medio ecológico. Desde este punto de vista, el cultivo comercial del shiitake en México se establecería en un plazo de entre 10 y 15 años.

En países como Korea, Taiwan, Japón y China se realiza el cultivo con un manejo adecuado y tomando en cuenta aspectos ecológicos debido a que se hace una tala selectiva de los árboles, aunada a una reforestación del bosque (Natalaya *et al.*, 1986; Miles y Chang, 1985). México actualmente tiene un alto ritmo de deforestación, debido a las pésimas técnicas agrícolas, así como a la falta de políticas y campañas de reforestación que permitan un uso adecuado de los bosques. Por tal motivo, el empleo de substratos lignocelulósicos es una alternativa recomendable, ya que puedan suplir en determinado momento a los troncos o aserrines, como ha quedado demostrado con el bagazo de maguey tequilero y la mezcla de éste con el bagazo de caña de azúcar.

Los resultados obtenidos con los bagazos probados permitirán que el *Lentinus* se consolide como una nueva especie comestible en el estado de Jalisco. Sin embargo, es necesario que inicialmente este cultivo sea realizado a una escala semicomercial, con la finalidad de detectar y solucionar problemas, como es el caso de plagas y enfermedades. Por otro lado, los resultados que se obtuvieron, coinciden con los mencionados en la literatura consultada, en relación al cultivo del shiitake en bolsas con aserrín. A continuación se expondrán algunos de los aspectos más importantes.

El crecimiento del micelio de las cepas, en los tres sustratos, tuvo diferencias respecto al vigor. En bagazo de maguey y la mezcla de los bagazos, el micelio creció vigoroso y rápidamente; en bagazo de caña, el micelio creció con muy poco vigor y de aspecto ralo. Estas diferencias probablemente sean por la composición química de ambos bagazos, ya que si bien es cierto que el bagazo de caña contiene un alto porcentaje de celulosa (46%), buena parte se encuentra con poca disponibilidad para ser degradada, debido a la presencia (9%) de moléculas grandes de silicatos (Monroy y Viniegra, 1981), que impiden la acción enzimática del hongo de manera eficiente.

Cabe señalar que una de las fórmulas recomendadas para el cultivo del shiitake a nivel comercial, en aserrín de encino, es la adición de 30% de bagazo de caña (Auetragul, 1984). En cuanto al bagazo de maguey, este posee una menor cantidad de celulosa (41%) y un porcentaje bajo de silicatos (2%) (Turrado, 1973), lo cual probablemente favorezca el crecimiento del micelio.

La formación de pseudoprimordios que ocurrió con los bagazos, se presenta también en sustratos de aserrín pero no se ha citado en el cultivo en troncos. Los pseudoprimordios son estructuras globosas de pseudotejido, que se distribuyen por todo el sustrato. Ninguno de estos pseudoprimordios se desarrolla a cuerpos fructíferos; su función no está determinada, aunque se asocia al cambio de color de la superficie del sustrato colonizado, que se torna de blanco a color café-rojizo. Por otro lado, Chang y Miles (1989) mencionaron que los pseudoprimordios permiten un incremento en la circulación del aire en la superficie del sustrato, lo cual favorece

el cambio de color. La pigmentación que ocurre en la superficie del sustrato, de acuerdo a Przybylowicz y Donoghue (1990), es una oxidación causada por una enzima denominada polifenol oxidasa, que reacciona a los estímulos de la luz y concentración de oxígeno.

La aparición de pseudoprimordios y el cambio de color del micelio, permite que se forme en la superficie del sustrato una capa protectora que evita la desecación del sustrato y que actúa como una defensa contra organismos invasores. La formación de esta costra (la cual no se presenta en el cultivo en troncos, donde se cuenta con una corteza que realiza la misma función), hace suponer que es una reacción del hongo a las condiciones adversas del medio, además tiene la función de proporcionar un soporte sólido, que dé anclaje para sostener la estructura erecta del carpóforo. Guzmán *et al.* (1993) concluyeron que la costra de color café-rojizo, por su apariencia puede ser considerada un pseudoesclerocio.

La colonización del aserrín requiere de más o menos 120 a 150 días, al cabo los cuales el micelio está listo para la fructificación (Przybylowicz y Donoghue, 1990; Quimio, 1986; Chang y Miles, 1989). Con los bagazos empleados en este estudio, se obtuvo un período de 100 a 155 días (Tabla 6) con la cepa IBUG-37 y de 126 a 155 días con la cepa IBUG-35, lo cual es un promedio semejante al obtenido en aserrín

Respecto a las eficiencias biológicas con base en el peso fresco de los carpóforos, obtenidas sobre los bagazos empleados, se puede mencionar que con la cepa IBUG-37 (*L. edodes*) están dentro del intervalo que se ha obtenido en trabajos previos sobre aserrín, que van de 35 a 100% (Quimio, 1989; Przybylowicz y Donoghue, 1990). Sólo la cepa IBUG-35 en bagazo de maguey tuvo una e. b. muy baja (17.9%); sin embargo, en la mezcla de los bagazos la eficiencia fue 100% más alta en relación a la cepa IBUG-37. Asimismo, también es más alta que las obtenidas por Morales y Martínez-Carrera (1991), que cultivaron *L. edodes* sobre aserrín de *Bursera simaruba* y *Quercus* sp. y una mezcla de ambos.

Morales *et al.* (1991) obtuvieron eficiencias biológicas de 36.9% y 70.91%, cuando emplearon aserrín de diversas maderas. La primera es semejante a la obtenida con la IBUG-37, pero menor a la obtenida con IBUG-35 en la mezcla de bagazos. La segunda es más alta que las obtenidas en este trabajo con ambas cepas. Solamente Mata y colaboradores (1990) mencionaron una e. b. de 87.5% en viruta de *Carpinus caroliniana*.

Como se puede observar en los resultados obtenidos, el bagazo de maguey tequilero y el mezclado con bagazo de caña de azúcar, son potencialmente útiles para cultivar a *Lentinus* spp. de forma comercial en Jalisco. Dicho cultivo tendría ventajas sobre el cultivo del shiitake que se realiza en troncos, como lo ha señalado Auetragul (1984), que comparó este cultivo con el que se realiza en bolsas con aserrín. Las principales ventajas que mencionó son las siguientes: a) utilización de desechos agrícolas o agroindustriales; b) menor tiempo para obtener las primeras cosechas (en troncos se obtiene la primer cosecha entre 12 y 18 meses); c) poco

espacio para el cultivo; d) un mejor control de la calidad de las fructificaciones; e) cultivo independiente de la época; f) estimación de la producción y g) útil para aquellos países en donde no se dispone de encinos. Sin embargo, Auetragul (op. cit.) indicó también desventajas, tales como a) se requiere de experiencia previa en el cultivo; b) se necesita de inóculo de buena calidad y c) se requiere más equipo.

Se debe mencionar que con base en el segundo punto de las desventajas enumeradas, en el presente trabajo se optó por elaborar inóculo propio para el cultivo del *Lentinus* spp. sobre los bagazos, ya que para el cultivo comercial del shiitake el inóculo que se emplea son granos de mijo o bien mijo mezclado con aserrín. En este caso se decidió buscar otro grano, debido a que el mijo, por tener un tamaño muy pequeño (± 1 mm), fácilmente se deposita en la parte más baja de la bolsa al momento de la inoculación de los bagazos de maguey y de caña de azúcar, ya que son materiales sumamente fibrosos, a diferencia del aserrín que es granuloso. De acuerdo a lo anterior y a los resultados alcanzados se recomienda el empleo de sorgo, con base a que es de tamaño más grande y es mejor retenido por el sustrato, lo cual permite una mejor colonización del micelio en los bagazos. Además de que el micelio se desarrolla con vigor, como en el caso del mijo. El inóculo elaborado con trigo se considera que no es adecuado, debido al crecimiento ralo del micelio y a que fácilmente se puede apelmazar al momento de la inoculación de los bagazos.

El cultivo del shiitake o del *L. boryanus* es una agroindustria que debería fomentarse de forma intensiva en México y particularmente en Jalisco, en donde se tienen las condiciones propicias para el desarrollo de esta actividad. La creación de unidades de cultivo tendría ventajas económicas bastante redituables, como en el caso de los E.U.A. que comercialmente produce alrededor de 1,800 toneladas anuales y cuyo valor en el mercado oscila en los 18 millones de dolares (Martínez *et al.*, 1993).

Si se toma en cuenta la apertura comercial de México con América del Norte y la que actualmente se promueve con algunos países de América del Sur, el mercado potencial que se presenta para la comercialización de este hongo, podría generar enormes divisas al país, así como la creación de nuevas fuentes de empleo necesarias en este momento a México.

LITERATURA CITADA

- Auetragul, A., 1984. The highest aspects for cultivation oak mushroom (*Lentinus edodes*) in plastic bags. *Mush. Newsletter Tropics* 5 (2) : 11-15.
- Chang, S. T. y P. G. Miles, 1989. Edible mushroom and their cultivation. *CRC Press, Boca Ratón*.
- Guzmán, G., G. Mata, D. Salmones, C. Soto-Velazco y L. Guzmán-Dávalos, 1993. *El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales*. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Guzmán-Dávalos, L., D. Martínez-Carrera, P. Morales y C. Soto, 1987a. El cultivo de los hongos comestibles (*Pleurotus*) sobre el bagazo del maguey en la industria tequilera. *Rev. Mex. Mic.* 3: 47-50.
- Guzmán-Dávalos, L., C. Soto-Velazco y D. Martínez-Carrera, 1987b. El bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus* en Jalisco. *Rev. Mex. Mic.* 3: 79-82.

- Guzmán-Paredes, C. M., 1977. Aprovechamiento de los residuos de fermentación en la industria tequilera como complemento de alimentos balanceados para ganado. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guadalajara.
- Halffter, G., 1992. Diversidad biológica y cambio global. *Ciencia y Desarrollo* 14(104): 33-38.
- Hamuro, J., Y. Maeda., F. Fukoka y G. Chihara, 1974. Antitumor polysaccharides, lentinan and pachyman as immunopotentiators. *Mush. Sc.* 10 (1): 477-487.
- Jain, S. K., G. S. Gujral., R. Bisaria y P. Vasudevan., 1988. Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on aquatic weds. *Aquatic Botany* 30: 245-251.
- Leal-Lara, H., 1985. El cultivo del champiñon y otros macromicetos comestibles. In: *Quintero, R. (comp.) Prospectiva de la Biotecnología en México*. Fundación Javier Barrios Sierra y CONACYT, México.
- Martínez, D., P. Morales; M. Sobal y A. Larqué-Saavedra, 1993. Reconversión en la industria de los hongos. *Tecno Industria* 7: 52-59.
- Martínez, D., M. Quirarte, C. Soto, D. Salmones y G. Guzmán, 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 5:77-80.

- Mata, G., 1992. The effect of substrate fermentation on the vegetative growth of *Lentinus boryanus* and *Lentinus edodes*. *Mushroom. Res. 1*: 53-55.
- Mata, G. y D. Martínez-Carrera, 1988. Estimación de la producción anual de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. *Rev. Mex. Mic. 4*: 287-296.
- Mata, G. y G. Guzmán, 1991. Distribución y datos ecológicos del hongo *Lentinus boryanus* (Agaricales, Tricholomataceae) en México. *Brenesia 35*: 1-8.
- Mata, G., D. Salmones y G. Guzmán, 1990. Cultivo del shiitake japonés, *Lentinus edodes*, en bolsas con viruta de madera. *Rev. Mex. Mic. 6*: 245-251.
- Miles, P. G. y S. T. Chang, 1985. *Lentinus* and the future. *Mush. Newsletter Tropics 6*(2): 2-3.
- Monroy, O. y G. Viniestra. (comp.), 1981. *Biotechnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. AGT ed., México.
- Morales, P. y D. Martínez-Carrera, 1991. Cultivation of *Lentinus edodes* in Mexico. *Mic. Neotrop. Apl. 3*: 13-17.

- Morales, P., D. Martínez-Carrera y W. Martínez-Sánchez, 1991. Cultivo del shiitake sobre diversos substratos en México. *Mic. Neotrop. Apl.* 4: 75-87.
- Nutalaya, S., S. Pataragetvit y S. Srimanee, 1986. Extension work on shiitake mushroom cultivation. *Mush. Newsletter Tropics* 6(3):3-6.
- Pegler, D. N. 1983. Agaric flora of the lesser antilles. *Kew Bull. Add. Ser. IX. Her Majesty's St. Off.*, Londres.
- Przybylowics, P. y J. Donoghue, 1990. Shiitake growers handbook. *Kendall, Dubuque.*
- Quimio, T.H., 1986. Guide to low cost mushroom cultivation in the tropics. *College of Agriculture, University of the Philippines at Los Baños, La Laguna.*
- Rae-Lee, E., 1980. Manual of oak mushroom cultivation. *Korea National Federation of Forestry Association, Seúl.*
- Royse, D. J., B.D. Bahler y C.C. Bahler, 1990. Enhanced yield of shiitake by saccharide amendment of the synthetic substrate. *Appli. Environ. Microbiol.* 56: 479-482.

- Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos y L. Villaseñor, 1991a. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico. I. Tequila maguey bagasse (*Agave tequilana*). *Mush. J. Tropics* 11:29-33.
- Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos y C. Téllez, 1991b. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico, II. Sugarcane bagasse and corn stover. *Mush. J. Tropics*. 11: 34-37.
- Soto-Velazco, C., A. Arias. y S. Fausto, 1993. Efectividad de bolsas de polipapel, para la elaboración de inóculo de *Pleurotus*, *Lentinus* y *Auricularia*, en comparación con otros materiales. *Boletín. IBUG*. 5: 347-353.
- Staments, P. y J. S. Chilton, 1983. *The mushroom cultivator*. Agaricon Press, Olimpia.
- Turrado, J. 1973. Obtención de celulosa a partir de bagazo de desperdicio de la industria tequilera. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Químicas. Universidad de Guadalajara.
- Tschierpe, H. J. y K. Hartman, 1977. A comparison of different growing methods. *Mush. J.* 60: 404-416.

Yamamura, Y. y W. Cochran, 1974. A selective inhibitor of myxovirus from shiitake (*Lentinus edodes*). *Mush. Sc.* 10 (1): 495-505.

Zadrazil, F. y R. H. Kurtzman, 1982. The biology of *Pleurotus*. In: Chang. S.T. y T.H. Quimio (eds.). *Tropical mushroom. Biological nature and cultivation methods*. The Chinese University Press, Hong Kong.

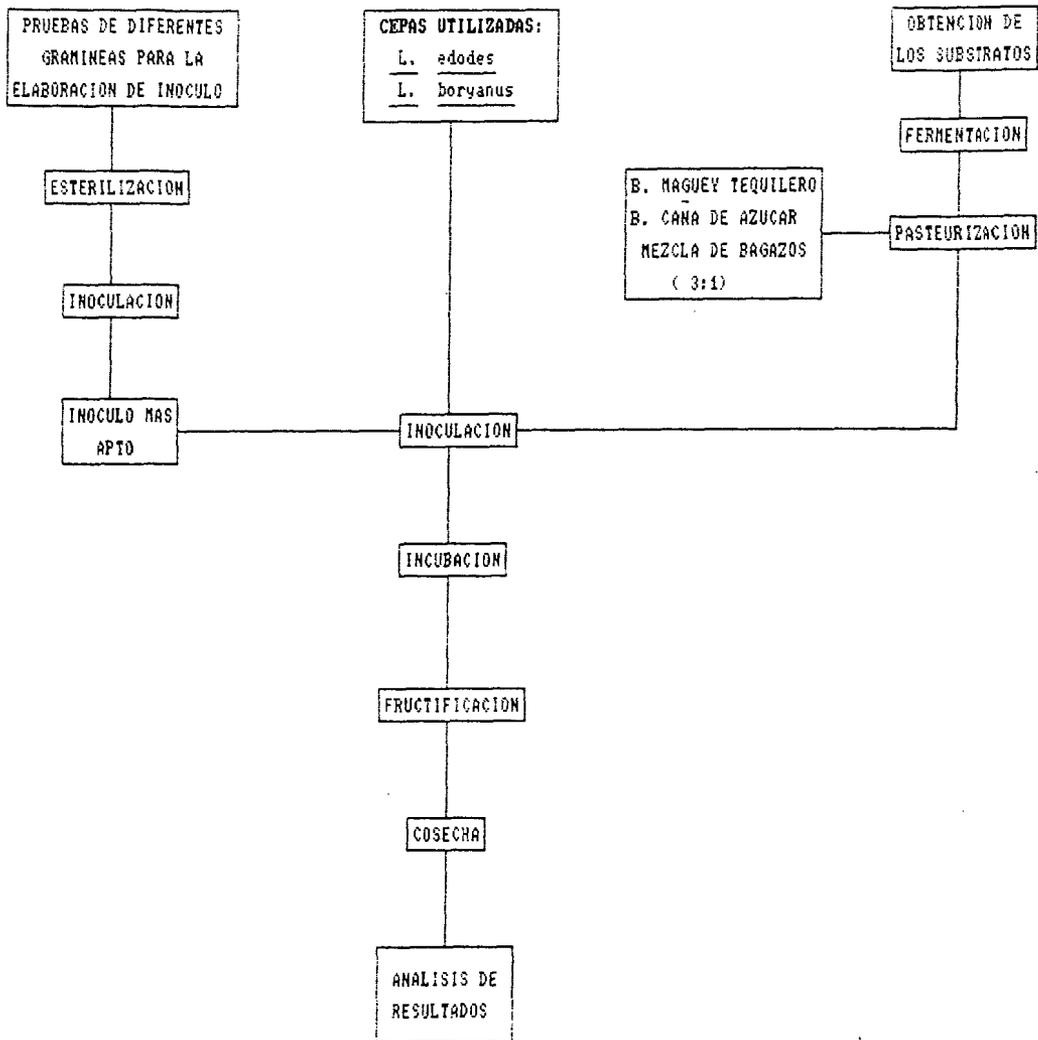


FIG. 1 ESQUEMA GENERAL DE LA METODOLOGIA SEGUIDA EN EL PRESENTE ESTUDIO PARA CULTIVAR A L. edodes y L. boryanus

Semilla	Humedad (%)
Trigo	60-65
Sorgo	45-50
Mijo	40-50

Tabla 1. Porcentaje de absorción de agua de los granos empleados, para elaborar inóculo de *Lentinus* spp.

Cepa	Semilla	Colonización (a los 15 días)	Crecimiento del micelio	Maduración (días)
IBUG-37	Trigo	Incompleta	Ralo	---
	Sorgo	Completa	Vigoroso	28
	Mijo	Completa	Vigoroso	27
IBUG-35	Trigo	Incompleta	Ralo	---
	Sorgo	Completa	Vigoroso	28
	Mijo	Completa	Vigoroso	25

Tabla 2. Características del inóculo preparado con 3 semillas diferentes para el cultivo de *Lentinus* spp. sobre los bagazos de maguey tequilero y caña de azúcar.

Substrato	Formación de pseudoprimordios (días)	Pigmentación (días)
B. de maguey	45.5 a 59.9	59 a 64.3
B. de caña	-----	-----
B. de maguey + caña (3:1)	42.4 a 47.6	41.8 a 48.2

Tabla 3. Cambios físicos del micelio durante la incubación de *Lentinus edodes* (IBUG-37) sobre los substratos probados

Substrato	Formación de pseudoprimordios (días)	Pigmentación (días)
B. de maguey	47.1 a 53.5	58.7 a 65.9
B. de caña	-----	-----
B. de maguey + caña (3:1)	41.9 a 48.1	42.4 a 47.6

Tabla 4. Cambios físicos del micelio durante la incubación de *Lentinus boryanus* (IBUG-35) sobre los substratos probados.

Cepa	Substrato	Fructificación (días)
IBUG-37	B. de maguey tequilero	100.9 a 105
	B. de caña de azúcar	-----
	B. de maguey + B. de caña 3:1	131.2 a 155.28
IBUG-35	B. de maguey tequilero	150.0 a 155.3
	B. de caña de azúcar	-----
	B. de maguey + B. de caña 3:1	126.3 a 134.1

Tabla 5. Fructificación de las cepas de *Lentinus edodes* (IBUG-37) y *L. boryanus* (IBUG-35) sobre los substratos empleados.

Substrato	Peso seco del substrato (g)	Total cosechado (g)		Eficiencia biológica (%)	
		1	2	1	2
Bagazo de maguey	1000	379.7	55.3	38.0	5.5
Bagazo de caña	1000	---	----	----	-----
B. de maguey + B. de caña (3:1)	1000	387.2	58.8	38.7	5.9

1= en peso fresco

2= en peso seco

Tabla 6. Producción de hongos y eficiencia biológica de *Lentinus edodes* (IBUG-37) sobre los substratos en estudio.

Substrato	Peso seco del Substrato (g)	Total cosechado (g)		Eficiencia biológica (%)	
		1	2	1	2
bagazo de maguey	1000	179.3	21.2	17.9	2.1
Bagazo de caña	1000	-----	-----	-----	-----
B. de maguey + B. de caña (3:1)	1000	633.6	72.6	63.4	7.3

1= en peso fresco

2= en peso seco

Tabla 7. Producción de hongos y eficiencia biológica de *Lentinus boryanus* (IBUG-35) sobre los substratos en estudio.