

1992 - 1996

088453158

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



**CULTIVO DE PLEUROTUS spp. SOBRE MEZCLAS
DE MASILLA DE CERVEZA Y BAGAZO
DE MAGUEY TEQUILERO**

**INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSTGRADO
OPCIÓN ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A :
MARTHA ALICIA LARA GONZÁLEZ
LAS AGUJAS ZAPOPAN, JALISCO 25 DE ENERO DE 2002**



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. MARTHA ALICIA LARA GONZÁLEZ
P R E S E N T E .**

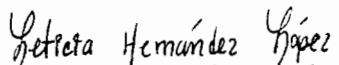
Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO**, opción **Artículo Científico Publicado** con el título "**CULTIVO DE *Pleurotus* spp SOBRE MEZCLAS DE MASILLA DE CERVEZA Y BAGAZO DE MAGUEY TEQUILERO**", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo el **M.C. ARMANDO ARIAS GARCÍA**.

**A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal., 18 de diciembre del 2001


**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**


**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. M.C. ARMANDO ARIAS GARCÍA. - Director del Trabajo
c.c.p. M.C. LUIS VILLASEÑOR IBARRA.-Asesor del Trabajo
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Por este conducto, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de investigación y estudios de posgrado opción Artículo Científico Publicado que realizó la pasante: **Martha Alicia Lara González**, con el título: **Cultivo de *Pleurotus spp.* sobre mezclas de masilla de cerveza y bagazo de maguey tequilero**, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Las Agujas, Zapopan, Jal., a 22 de Enero de 2002




COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

EL DIRECTOR DE TESIS


Armando Arias García

EL ASESOR


Luis Villaseñor Ibarra

SINODALES

1- M. C. Laura Guzmán Dávalos

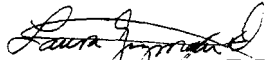
NOMBRE COMPLETO

2- Biol. Sergio Fausto Guerra

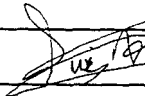
NOMBRE COMPLETO

3- M. C. Luis Villaseñor Ibarra

NOMBRE COMPLETO



FIRMA



FIRMA

FIRMA

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del Departamento de Botánica y Zoología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, bajo la dirección del M. en B. Armando Arias García y la asesoría del M. en C. Luis Villaseñor Ibarra.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer instancia a Dios, por haberme permitido llegar hasta donde estoy.

A mis padres, y sobre todo a mi madre por el apoyo recibido durante todos mis estudios.

A mis hermanos, a mis primos, mis tíos, mi novio y mis amigos por siempre estar conmigo cuando lo necesitaba.

A el director de este trabajo Armando Arias, porque sin el me hubiera sido más difícil concluir este artículo.

También a agradezco la ayuda en el trabajo de planta del asesor Luis Villaseñor.

Y a mis sinodales Laura Guzmán, Sergio Fausto y Luis Villaseñor, por sus comentarios, correcciones y sugerencias.

DEDICATORIA

A Dios
A mis padres Rosalba y Salvador
A mis hermanos Jorge y Sonia
A mi novio José Francisco Ramos Medina
A todos mis amigos, en especial Angy y Alicia

INDICE

Resumen	_____	1
Abstrac	_____	2
Introducción	_____	3
Metodología	_____	4
Resultados	_____	9
Discusión y Conclusión	_____	13
Literatura Citada	_____	17

CUCBA

**CULTIVO DE *PLEUROTUS* SPP. SOBRE MEZCLAS DE MASILLA DE
CERVEZA Y BAGAZO DE MAGUEY TEQUILERO**

Martha Alicia Lara-González, Arias-García Armando y Villaseñor-Ibarra Luis
Departamento de Botánica y Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara
Apartado Postal 1-139, 45101 Zapopan, Jalisco, México

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar, a nivel laboratorio y de planta piloto, la masilla de cerveza sola y mezclada con bagazo de maguey tequilero como sustrato para el cultivo de dos cepas de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* (IBUG-8) y *P. pulmonarius* (IBUG-4). En el laboratorio se determinó que el medio de cultivo con masilla permite una mayor velocidad de crecimiento y producción de biomasa que en EMA. Se encontró que al incrementar la concentración de masilla en el medio, la velocidad de crecimiento de las cepas es mayor, desde 3.2 ± 0.7 a 3.9 ± 0.9 mm/día para la cepa IBUG-4 y de 3.4 ± 0.5 a 3.9 ± 0.2 mm/día en el medio con 10 y 50% de masilla respectivamente, y de 2.8 ± 0.2 mm/día para la cepa IBUG-4 y de 3.7 ± 0.5 mm/día con la cepa IBUG-8 en EMA. En planta piloto se encontró que el periodo mas corto para la fructificación de la cepa IBUG-4 fue en la mezcla 1:1 (masilla:bagazo) con 22 días y para la cepa IBUG-8 en la 1:3 con 16 días. La eficiencia biológica obtenida fue de 29.2 a

51.5% para las mezclas 1:1 y 1:3, mientras que con el bagazo tequilero fue de 69.1% para la cepa IBUG-4, y para la cepa IBUG-8 fue de 57.2 y 25.9% en las mezclas 1:3 y 1:1 respectivamente, y para la mezcla 0:1 fue de 68.3%. La tasa de producción fue desde 0.401% hasta 0.72% en la mezcla 0:1.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the culture of two strains of the edible fungi *Pleurotus ostreatus* (IBUG-8) and *P. pulmonarius* (IBUG-4) using "masilla" (spent brewer's grain) alone and the "masilla" mixed with tequila maguey bagasse. In the laboratory phase, a greater growth rate and biomass production resulted with the masilla than with EMA. By increasing the concentration of masilla from 10 to 50% both strains grew faster: from 3.2 ± 0.7 to 3.9 ± 0.9 mm/day for IBUG-4 and 3.4 ± 0.5 to 3.9 ± 0.2 mm/day for IBUG-8 compared to 2.8 ± 0.2 mm/day for IBUG-4 and 3.7 ± 0.5 for IBUG-8 with EMA. In the field phase, it was found that the most rapid fruiting in 22 days for IBUG-4 was with the mixture 1:1 (masilla:bagasse) while in 16 days for IBUG-8 with the mixture 1:3. Each substrate yielded a distinct biological efficiency: for IBUG-4 29.2% (1:1), 51.5% (1:3) and 69.1% (0:1) while for strain IBUG-8 25.9% (1:1), 57.2 (1:3) and 68.3% (0:1). The production rate in both strains was 0.401% to 0.72% in mixture 0:1.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

INTRODUCCIÓN

En México, actualmente la producción de hongos del género *Pleurotus* está en aumento, ya que en 1990 se obtuvieron 356 toneladas de hongos y 1,825 toneladas para 1997, siendo el incremento de 413% (Sobal *et al.* 1997), por lo que se considera una alternativa en la obtención de un alimento con alto valor nutritivo y a bajo costo de producción para una alimentación de buena calidad.

Algunos substratos empleados en el cultivo de *Pleurotus* son el bagazo de maguey tequilero, con 60-65% de eficiencia biológica (Guzmán-Dávalos *et al.* 1987a) y el de caña de azúcar con 42-51%, (Guzmán-Dávalos *et al.* 1987b). Otros son más productivos como la pulpa de cardamomo con una eficiencia de 114% (Morales 1987), el lirio acuático, con 140-150% (De León-Chocooj *et al.* 1993) y la pulpa de café, con una eficiencia biológica de 142-159% (Martínez-Carrera 1987). También se han cultivado en substratos no convencionales como pañales desechables, donde se aprovecha el contenido de celulosa que conservan, con una eficiencia biológica de 45%, y fructificaciones no muy grandes, pero se considera como una opción de uso de los pañales (Espinosa *et al.* 1997).

Una estrategia para incrementar el uso de sustratos para el cultivo de hongos o bien el rendimiento de las cepas, es la utilización de sustratos combinados para obtener un mejor desarrollo de los hongos, como es el caso de bagazo de agave tequilero mezclado con paja de trigo, o con desechos de papel (Soto-Velazco *et al.* 1989; Villaseñor y Soto-Velazco 1995).

La masilla es un desecho que se obtiene de la producción de cerveza; contiene células de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y los adjuntos que son granos de cebada crudos. Crampton y Harris en 1969, citado por Boushy y Vander Poel (1994) informan que la masilla contiene 26% de proteínas, 6.3% de grasas, 15% de fibra cruda, 3.6% de cenizas y 41.4% de extracto libre de nitrógeno. El subproducto se genera en grandes cantidades, ya que se estima una producción de 0.153 kg por litro de cerveza.

El bagazo de agave tequilero es un subproducto de la industria tequilera que se genera después de la molienda de las cabezas del agave para la obtención del jugo. Se ha estimado que para la elaboración de un litro de tequila al 100% de agave se requieren de 0.98 kg de agave, y se desechan entre 0.55 y 0.60 kg de bagazo, el cual se acumula ocasionando problemas de contaminación. En 2000 la producción fue de casi 103 mil toneladas de bagazo, tan solo en el estado de Jalisco. La producción de tequila ha tenido un vertiginoso aumento en los últimos años, pasando de 78.5 millones de litros en 1989 a 181.6 millones de litros en 2000. Del volumen de tequila producido en ese año, se exportaron 98.8 millones de litros y para consumo nacional fueron 82.7 millones de litros, de acuerdo a información proporcionada por la Cámara de la Industria Tequilera.

Turrado-Saucedo (1973) mencionó que el bagazo de maguey contiene 41% de celulosa, 30% de lignina, 23% de pentosanos y 2.9% de cenizas y una humedad del 50% al salir de la fabrica.

El bagazo de agave tequilero es considerado como un material adecuado para el crecimiento de hongos comestibles, del género *Pleurotus*, *Lentinula* y *Ganoderma* (Soto-Velazco *et al.* 1989, Guzmán-Dávalos *et al.* 1987a, Soto-Velazco *et al.* 1995, Rodríguez *et al.* 1999). En cambio la masilla de cerveza se ha empleado como alimento para aves (Boushy y Vander Poel 1994) y ganado de acuerdo a comunicación del personal de la Cervecería Modelo, Guadalajara. Sin embargo, no se tienen registros de su utilización como substrato para hongos comestibles. Por este motivo, en este trabajo se pretende evaluar el potencial de la masilla de cerveza como fuente de nutrimentos en el cultivo de *Pleurotus*.

METODOLOGÍA

Se empleó una cepa de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. : Fr.) P. Kumm. (IBUG-8) y una de *P. pulmonarius* (Fr.) Quéf. (IBUG-4), que están depositadas en el cepario de hongos comestibles del Laboratorio de Biotecnología del Departamento de Botánica y Zoología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), de la Universidad de Guadalajara.

La masilla de cerveza se obtuvo de la Cervecería Modelo, ubicada en la ciudad de Guadalajara. El bagazo de agave tequilero se obtuvo de la fábrica de tequila Sauza, en la ciudad de Tequila, Jalisco. Para elaborar el sustrato se ajustó el contenido de humedad de la masilla de 90% a 75-80% por filtración. El bagazo se fermentó aeróbicamente para la eliminación de azúcares solubles y prevenir la contaminación por mohos, durante un periodo de 20 días, así mismo se ajustó la humedad al 80% con base al peso seco (Soto-Velazco *et al.* 1991).

Para la elaboración del medio de cultivo, la masilla se exprimió y se extrajo el sobrenadante, el que se mezcló con agar bacteriológico para elaborar un medio sólido. La concentración de líquido de masilla fue de 10, 30 y 50%, diluida en agua destilada. La esterilización fue durante 15 minutos a 121°C. Se realizaron cinco réplicas, por cepa y tratamiento con el objeto de evaluar el crecimiento micelial de las cepas (mm/día) y obtener una cinética de crecimiento después de 11 días de incubación a 28°C. La

producción de biomasa se determinó en peso seco (mg/caja) mediante el empleo de una membrana de celofán previamente esterilizado. Como testigo se utilizó el medio de cultivo comercial EMA.

La elaboración del inóculo se realizó en bolsas de polipapel con granos de trigo (Soto-Velazco *et al.* 1993), que se esterilizaron en un autoclave durante 45 minutos a una temperatura de 121° C y posteriormente se inocularon con cada una de las cepas a evaluar.

Las mezclas de substratos masilla:bagazo de agave (M:B) fueron 1:1, 1:3, 3:1 y 1:0 y como testigo se empleó el bagazo de agave sin mezclar. Se colocaron 4 kg de substrato por bolsa de plástico transparente de 30 X 40 cm y se realizaron 4 réplicas por cepa y substrato. La pasteurización se realizó con vapor durante 3 h en un recipiente metálico de 200 l de capacidad con 50 l de agua caliente, se cerró herméticamente y el agua se calentó hasta que inició el desprendimiento de vapor.

La inoculación de los substratos se llevó a cabo 24 h después de la pasteurización y consistió en mezclar 5% de inóculo con base en el peso fresco del substrato. La incubación fue a 28°C sin luz hasta la completa invasión del sustrato por el micelio. Posteriormente se trasladaron al área de crecimiento y desarrollo de carpóforos, que cuenta con luz natural indirecta y una humedad del 70-80%, y una vez que se desarrollaron se cosecharon y pesaron.

El patrón de producción se determinó en cada cepa de *Pleurotus* y mezclas de substratos mediante la eficiencia biológica (EB), expresada en porcentaje (Tschierpe y Hartman 1977) y la tasa de producción (TP), que consiste en el rendimiento diario tomando en cuenta la eficiencia biológica, el periodo de incubación y de fructificación (Royse 1985). Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente, por medio de un diseño de bloques al azar, mediante el programa de cómputo SAS.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los parámetros de crecimiento de *Pleurotus* spp. en los medios de cultivo elaborados con masilla de cerveza. En la IBUG-4 se observa que a mayor concentración de masilla es mayor el crecimiento y presentó una velocidad de 3.2 a 3.9 mm/día en las concentraciones de 10% y 50% de masilla, mientras que en el medio comercial EMA fue de 2.8 mm/día y para la IBUG-8 varió desde 3.2 hasta 3.9 mm/día en 30 y 50% de masilla y fue de 3.7 mm/día en EMA.

Otro de los parámetros de crecimiento vegetativo fue la producción de biomasa (tabla 1). Al igual que en la velocidad de crecimiento el análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre las cepas y el medio de cultivo (Duncan $p < 0.05$). Para la IBUG-4 se determinó una producción de biomasa de 164.4 a 164.6 mg/caja en 50% y 10% de masilla y de 160.3 mg/caja en EMA. La IBUG-8 presentó una producción de 161.6 a 163.2 mg/caja en 50% y 30% de masilla y de 170.2 mg/caja en EMA.

No se observó una correlación entre una mayor velocidad de crecimiento y una mayor producción de biomasa y esto se explica porque el diámetro de crecimiento del micelio en el medio de cultivo puede ser grande pero sin abundante micelio aéreo (Santiago-Martínez *et al.*, 1995).

Las bolsas de substratos inoculadas con las cepas de *Pleurotus* en las mezclas 3:1 y 1:0, es decir, con mayor proporción de masilla que bagazo, sufrieron problemas de contaminación, probablemente por los altos contenidos de azúcares presentes en la masilla (Boushy y Vander Poel, 1994) y a la falta de algún tratamiento previo a su utilización como substrato en el cultivo de hongos, como la fermentación para el bagazo de maguero tequilero (Soto-Velazco *et al.* 1989).

La formación de primordios para la IBUG-4 fue de 23 días en la mezcla 1:3, de 25 días para la 0:1 y el periodo más corto ocurrió en la 1:1 con 22 días. Para la IBUG-8 fue menor el tiempo de incubación, ya que en la mezcla 1:3 se necesitaron sólo 16 días y en las 0:1 y 1:1 tardó 24 y 20 días.

Tabla 1. Velocidad de crecimiento y producción de biomasa de las cepas de *Pleurotus* spp. en los medios de cultivo elaborados con masilla de cerveza.

Cepa	Medio de cultivo (% de masilla)	Velocidad de crecimiento (mm/día)	Producción de biomasa (mg/caja)
IBUG- 4	10	3.2±0.7	164.6 ± 26
IBUG- 4	30	3.7±0.5	164.5± 55
IBUG- 4	50	3.9±0.9	164.4± 37
IBUG- 4	EMA	2.8±0.2	160.3± 2
IBUG- 8	10	3.4±0.5	161.7±25.
IBUG- 8	30	3.2±0.3	163.2± 56
IBUG- 8	50	3.9±0.2	161.6± 34
IBUG- 8	EMA	3.7±0.5	170.2± 1

En la tabla 2 se muestra la producción de hongos frescos de las cepas de *Pleurotus* spp. en las mezclas de masilla de cerveza con bagazo de agave (M:B). Se observa que la mezcla 0:1 para la IBUG-4 permite una producción de 798.2 g de hongos frescos en un total de 4 cosechas, seguida por el tratamiento 1:3 del cual se obtuvieron 742.1 g. La producción mas baja fue para la mezcla 1:1 con 382.7 g. Respecto a la cepa IBUG-8 la producción obtenida con la mezcla 1:3 fue de 815.2 g, le siguió la 0:1 con 774.9 g, y la 1:1 con sólo 342.8 g en dos cosechas.

Tabla 2. Producción de hongos frescos de *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius* sobre masilla de cerveza y bagazo de agave, de un total de 4 cosechas.

Cepa	Mezcla (M:B)	Cosechas				Total (g)
		1	2	3	4	
IBUG-4	1:3	432.1	181.2	103.9	25	742.1
IBUG-4	1:1	279.6	75.2	27.9	0	382.7
IBUG-4	0:1	539.6	177.6	64.3	16.6	798.2
IBUG-8	1:3	392.4	256	109.4	57.4	815.2
IBUG-8	1:1	313.6	29.3	0	0	342.8
IBUG-8	0:1	463.6	203.3	88.5	19.5	774.9

La eficiencia biológica (EB) y la tasa de producción (TP) de las cepas en las mezclas de masilla de cerveza con bagazo de agave se muestra en la tabla 3. No se encontraron diferencias significativas de EB entre las mezclas 1:3 y 0:1, pero ésta fue mayor que la EB en la 1:1 (Duncan $p < 0.05$). En general la EB se incrementa cuando la mezcla de substratos contiene una mayor proporción de bagazo de maguey, ya que con la mezcla 1:1 se determinó una EB de 26% y 29% para la IBUG-8 e IBUG-4,

respectivamente. Al incrementar el contenido de bagazo en la mezcla a 1:3 la EB aumenta a 51% y 57% para la IBUG-4 e IBUG-8. Con la mezcla 0:1 la EB llega hasta 68% y 69% para la IBUG-4 e IBUG-8.

El análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre la TP en las mezclas de substratos evaluadas. La TP en la mezcla 1:1 fue de 0.4 y 0.48 para la IBUG-4 e IBUG-8, y al incrementar el contenido de bagazo en una proporción de 1:3 se obtiene una TP de 0.71 y 0.68% para la IBUG-4 e IBUG-8, similares a las obtenidas en la mezcla 0:1 de 0.72 y 0.69% para la IBUG-4 e IBUG-8.

Tabla 3. Eficiencia biológica y tasa de producción de *Pleurotus* spp. en mezclas de masilla con bagazo de maguey.

Cepa	Mezcla (M-B)	Eficiencia Biológica (%)	Tasa de Producción (%)
IBUG-8	0:1	69.1±25.7 a *	0.687±0.1
IBUG-4	0:1	68.3±6.9 a	0.720±0.1
IBUG-8	1:3	57.2±14 a	0.680±0.2
IBUG-4	1:3	51.5±17.2 a	0.712±0.3
IBUG-4	1:1	29.2±7.4 b	0.401±0.1
IBUG-8	1:1	25.9±9 b	0.485±0.2

* Letras iguales indican que no existen diferencias significativas (Duncan $p < 0.05$)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En general, la masilla de cerveza resultó una fuente adecuada de nutrimentos en la elaboración de medios de cultivo para *Pleurotus*. La cepa IBUG-4 presentó el mayor crecimiento vegetativo, ya que la velocidad de crecimiento fue mas rápida en todas las concentraciones de masilla en relación a la obtenida en el medio comercial (EMA). Asimismo se observó que al incrementar el contenido de masilla en el medio se produjo un mayor crecimiento de las cepas. Sin embargo, la IBUG-8 en el medio con 50% de masilla superó al EMA en la velocidad de crecimiento, pero no en la producción de biomasa.

El medio de cultivo elaborado con 50% de masilla permitió una mayor velocidad de crecimiento en comparación con el medio comercial EMA. Asimismo se determinó que los medios de cultivo con masilla de cerveza presentan una producción de biomasa semejante a la obtenida en el medio testigo.

La masilla permite un mayor crecimiento de *Pleurotus* en comparación con otros desechos agroindustriales. Madrigal *et al.* (2000) determinaron una velocidad de crecimiento de *Pleurotus* en vinazas tequileras desde 0.36 a 0.54 mm/día, mucho menor que el obtenido aquí con masilla. Por otro lado, la producción de biomasa en vinazas tequileras fue de 21.4 mg/caja y en masilla alcanzó 164 mg/caja. En mieles amargas se ha obtenido un crecimiento de hasta 95% con respecto al medio comercial (Arias y

Fausto 1999), mientras que en masilla es posible un crecimiento desde 92% hasta 139%, tomando el medio comercial EMA como base.

La mezcla masilla-bagazo permite el crecimiento de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*, ya que se logró obtener la cosecha de carpóforos de cada uno de ellos. La masilla de cerveza se puede usar como sustrato para el cultivo de *Pleurotus* siempre que sea combinado con otro residuo lignocelulósico como el bagazo de agave.

Cabe mencionar que en algunos casos los sustratos inoculados se vieron afectados por la presencia de contaminantes, mohos que probablemente pertenecían a los géneros *Penicillium*, *Trichoderma* o *Aspergillus*. El sustrato que más se vio afectado fue la masilla en las mezclas 1:0 y 3:1, en donde además se localizaron pequeños focos de invasión con moscas, las cuales infectaron el sustrato con sus larvas, causando la pérdida de las mismas.

Los problemas de contaminación tal vez se debieron al pH bajo que tenían las mezclas, ya que la masilla y el bagazo de maguey presentaban pH de 5 y 7, y las mezclas de 5.5 a 6.5. Esto nos indica que la masilla debe someterse a un tratamiento previo de fermentación para mantener un pH adecuado para el cultivo de *Pleurotus* y permitir que sea más accesible la colonización de *Pleurotus* en lugar de los mohos contaminantes (Martínez *et al.* 1985).

Velázquez (*et al.*, 1997) registraron que la formación de primordios en mezclas de desechos de algodón con bagazo de maguey tequilero fue de 25.6 días para *P. pulmonarius* y de 22.2 días en *P. ostreatus*. Al comparar estos resultados con los obtenidos en la masilla se observa una fructificación similar en ambas cepas, ya que en masilla la formación de primordios fue 24.2 días, para *P. pulmonarius* y de 20.8 días, para *P. ostreatus*.

Villaseñor y Soto (1995) evaluaron mezclas de bagazo de maguey con desechos de papel y obtuvieron EB muy bajas desde 11 a 27%, en comparación con la masilla con 25 hasta 57%. Con paja de cebada (Martínez-Carrera *et al.* 1988) la EB es similar a la obtenida con masilla que fueron desde 34 a 96%, y con pulpa de café fueron de 34 a 103 %, por lo que la masilla se muestra competitiva con substratos ya evaluados para el cultivo de *Pleurotus*.

La tasa de producción (TP) en masilla puede ser considera aceptable ya que logró hasta 0.712%. Royse (1985) reportó TP para *Lentinula edodes* entre 0.297% y 0.79%, y en *Pleurotus* varía de 1.18% a 2.21% (Hernández-Ibarra *et al.* 1995).

CUCBA

BIBLIOTECA CENTRAL

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del Departamento de Botánica y Zoología, por las facilitar las instalaciones para la realización de este trabajo, así mismo a los revisores externos por los comentarios y sugerencias para el artículo.

LITERATURA CITADA

- Arias, A. y S. Fausto, 1999. Cinética de crecimiento de *Pleurotus* y *Lentinus* en mieles amargas de la industria tequilera, Memorias VIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, IV Congreso Latinoamericano de Biotecnología y Bioingeniería, Huatulco, Oaxaca, p. 512.
- Boushy, A.R.Ý. y A.F.B. Vander Poel, 1994. Poultry feed from waste, processing and use. Chapman & Hall, Londres, 438 pp.
- De León-Chocooj, R., C. Soto-Velazco, L. Guzmán-Dávalos y G. Guzmán, 1993. Cultivation of *Pleurotus* on water hyacinth and determination of heavy metals in Mexico, Mushrooms Res., 2: 37-40.
- Espinosa, V.R.M., A.I. Delfín y M.S. Turpin, 1997. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en un sustrato no convencional, VI Congreso Nacional de Micología y IX Jornadas Científicas. Tapachula, Chiapas, p. 129.
- Guzmán-Dávalos, L., D. Martínez-Carrera, P. Morales y C. Soto, 1987a. El cultivo de hongos comestibles *Pleurotus* sp. sobre bagazo del maguey de la industria tequilera, Rev. Mex. Mic., 3: 47-49.
- Guzmán-Dávalos, L., C. Soto 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.
- Hernández-Ibarra, H., J.E. Sánchez-Vázquez y L. Calvo-Bado, 1995. Estudio de cinco cepas nativas de *Pleurotus* spp. de la región de Tapachula, Chiapas, México, Rev. Mex. Mic., 11: 29-38.

- Madrigal, J., A. Arias y S. Fausto, 2000. Evaluación de vinazas tequileras como medio de cultivo sólido para hongos comestibles, I Simposio Latinoamericano de Cultivo de Hongos Comestibles, Xalapa, Veracruz. p. 17.
- Martínez-Carrera, D., 1987. Design of a mushroom farm for growing *Pleurotus* on coffee pulp, *Mush. J. Tropics*, 7: 13-23.
- Martínez-Carrera, D., G. Guzmán y C. Soto, 1985. The effect of fermentation of coffee pulp in the cultivation of *Pleurotus ostreatus*, *Mush. Newsletter Trop.*, 6: 21-28.
- Martínez-Carrera, D., P. Morales y M. Sobal, 1988. Cultivo de diversas cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café y paja de cebada, *Rev. Mex. Mic.*, 4: 153-160.
- Morales, P., 1987. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre la pulpa de cardamomo, *Rev. Mex. Mic.*, 3: 71-73.
- Rodríguez, R., J. Álvarez y C. Soto, 1999. Cultivo del hongo medicinal *Ganoderma* spp. utilizando como substrato bagazo de agave tequilero, *Memorias VIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, IV Congreso Latinoamericano de Biotecnología y Bioingeniería, Huatulco, Oaxaca*, p. 436.
- Royse, D. J., 1985. Effect of spawn run time and substrate nutrition on yield and size of the shiitake mushroom, *Mycologia*, 77: 756-762.
- Santiago-Martínez, G., L. Varela, A. Estrada-Torres y C. Cuaxilo, 1995. Efecto de seis medios de cultivo sobre el crecimiento de tres cepas de *Pisolithus tinctorius*, *Rev. Mex. Mic.*, 11: 57-68.
- Sobal, M., P. Morales, W. Martínez, D. N. Pegler y D. Martínez-Carrera, 1997. Cultivation of *Lentinus levis* in Mexico, *Micol. Neotrop. Apl.*, 10: 63-71.

- 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, 1 (5): 347-354.
- Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos y O. Rodríguez, 1989. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de agave tequilero fermentado y mezclado con paja de trigo, Rev. Mex. Mic., 5 : 97-101.
- Soto-Velazco, C., L. Guzmán Dávalos y L. Villaseñor, 1991. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico. I. Tequila maguey bagasse (*Agave tequilana* Weber var. *Azul*) Mush. J. Tropics, 11:29-33.
- Soto-Velazco, C., S. Fausto y L. Guzmán-Dávalos, 1995. Cultivation of the mushrooms *Lentinus boryanus* and *L. edodes* on a mixture of maguey tequilero bagasse and sugarcane bagasse, African J. Mycol. Biotechnol., 3(3): 115-120.
- Tschierpe, H. J. y R. Hartman, 1977. A comparison of different growing methods, Mush. J., 60: 404-406.
- Turrado-Saucedo, J., 1973. Obtención de celulosa a partir de bagazo de desperdicio de la industria tequilera, tesis profesional, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Velázquez, A. M., L. Villaseñor, A. Arias y C. Soto, 1997. Cultivo de *Pleurotus* spp. en mezclas de desechos de algodón y bagazo de maguey tequilero, VI Congreso Nacional de Micología, IX Jornadas Científicas, Tapachula, Chiapas, p. 129.
- Villaseñor, L. y C. Soto-Velazco, 1995. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Jacq. : Fr.) Kumm. en desechos de papel y bagazo de maguey tequilero, Boletín IBUG, 3 (1-3): 119-122.