

Cultivo y selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius* en viruta de pino: obtención de nuevas cepas y evaluación de su producción

Rosalía Pérez Merlo
Gerardo Mata

Unidad de Micología, Instituto de Ecología, Km 2.5 antigua carretera a Coatepec No. 351,
Congregación El Haya, Xalapa 91000, Veracruz, México

Culture and selection of strains of *Pleurotus ostreatus* and *P. pulmonarius* in pine shaving: obtaining of new strains and evaluation of its production

Abstract. Mycelial growth of 19 strains of *Pleurotus* in pine wood shaving was studied. With base to the rapidity of growth 4 strains of *P. ostreatus* were selected to obtain new strains through inter-breeding. Monosporic cultures were isolated, which intercrossed to obtain 20 strains intraespecimen and 6 strains interspecimen. The four strains of *P. ostreatus* and the faster among the obtained strains (7) were cultivated on pine wood shaving and barley straw as control. Time of primordia formation, number of harvests, biological efficiency, rate of production and size of basidiomas were evaluated. The biological efficiencies fluctuated between 27,98% to 53,53% in pine wood shaving and between 66,26% to 106,04% in barley straw; rates of production between 0,63 to 1,13 and 1,53 to 2,46 for pine wood shaving and straw of barley respectively. Most of fruit bodies displayed pileus of 5 to 10 cm of diameter.

Key words: *Pleurotus*, mycelial growth, pine wood shaving, strains obtention.

Resumen. Se estudió el crecimiento micelial de 19 cepas de *Pleurotus* en viruta de pino. Con base a la rapidez de crecimiento se seleccionaron 4 cepas de *P. ostreatus* para obtener nuevas cepas a través de entrecruzamientos. Se aislaron cultivos monospóricos, los cuales se entrecruzaron para obtener 20 dicariones intraespecimen y 6 dicariones interespecimen. Los parentales y las 7 cruza más rápidas fueron cultivadas sobre viruta de pino y paja de cebada como testigo, se evaluó el tiempo de formación de primordios, número de cosechas, eficiencia biológica, tasa de producción y tamaño de basidiomas. Las eficiencias biológicas fluctuaron entre 27.98% a 53.53% en viruta de pino y 66.26% a 106.04% en paja de cebada y las tasas de producción entre 0.63 a 1.13 y 1.53 a 2.46 para viruta de pino y paja de cebada respectivamente. La mayoría de los basidiomas presentaron píleos de 5 a 10 cm de diámetro.

Palabras clave: *Pleurotus*, crecimiento micelial, viruta de pino, obtención de cepas.

Received 18 November 2004; accepted 20 May 2005.

Recibido 18 de noviembre 2004; aceptado 20 de mayo 2005.

Introducción

El cultivo de hongos a nivel mundial se ha incrementado notablemente en las últimas décadas. Entre las especies más cultivadas se encuentran algunas del género *Pleurotus* como *P. ostreatus* (Jacq: Fr.) Kumm. la cual es la especie más

*Autor para correspondencia: Rosalía Pérez Merlo
merlo@ecologia.edu.mx*

popular entre los llamados hongos ostra [2, 7]. Las especies del género *Pleurotus* se han encontrado creciendo sobre gran variedad de árboles, reportándose 7 especies sobre 30 diferentes hospederos [8]. Este género pertenece a los hongos de podredumbre blanca, capaces de crecer y degradar una gran cantidad de desechos agrícolas y forestales (lignocelulósicos) atacando los diferentes polímeros de la madera (celulosa, hemicelulosa, lignina) [22]. Es necesaria la búsqueda de alternativas para su cultivo, un caso particular es

el uso de residuos agroindustriales como sustrato. Tradicionalmente los hongos de este género han sido cultivados sobre pajas de cereales (trigo, avena y cebada) pero muchas veces estos sustratos no están disponibles en algunas regiones [17].

Pleurotus pulmonarius (Fr.) Qué. es una especie que puede crecer sobre una gran variedad de madera en descomposición incluyendo algunas coníferas como *Picea* y *Abies* [26] mientras que *P. ostreatus* es una especie que no crece de manera natural en madera de coníferas. La riqueza forestal de México está constituida principalmente por especies del género *Pinus* que aportan entre el 85 y 90 % de la producción maderable [23]. Los residuos que genera la industria forestal en México son abundantes y podrían ser utilizados para el cultivo de algunas especies de hongos comestibles. El objetivo de este trabajo fue seleccionar cepas del género *Pleurotus* que muestren capacidad de adaptación a un sustrato compuesto básicamente de madera de pino. La selección de las mismas se realizó considerando aquellas de rápido crecimiento que fueron escogidas para desarrollar entrecruzamientos con el fin de obtener cepas de alta producción, propias para la explotación comercial.

Materiales y métodos

Cepas estudiadas

Se estudiaron 19 cepas, 9 de ellas pertenecen a *P. pulmonarius* y 10 a *P. ostreatus* las cuales se encuentran depositadas en el Cepario de Hongos Comestibles del Instituto de Ecología de Xalapa, Ver., México. Los datos de procedencia y registro de las cepas se encuentran en la Tabla 1. Todas las cepas se mantienen en medio de cultivo sólido de malta agar (MA).

Obtención y tratamiento del sustrato

La viruta de pino utilizada se obtuvo de un aserradero de la localidad de las Vigas, Ver., mientras que la paja de cebada se obtuvo de una casa comercial dedicada a la venta de forrajes.

La paja de cebada se cortó en fragmentos de entre 3 a 5 cm de longitud, mientras que la viruta de pino se utilizó tal y como se obtuvo del aserradero (aproximadamente 5 a 7 cm). Ambos sustratos se hidrataron en agua por espacio de 18 h.

Selección de cepas parentales

Para seleccionar las cepas parentales, se midió el crecimiento micelial de las 19 cepas *in vitro* en viruta de pino de acuerdo a la metodología descrita por Mata [15]. Cinco cajas Petri por cepa, que contenían 10 g peso húmedo de sustrato (viruta de pino) hidratada al 80% de humedad y esterilizada 1 h a 121°C, se inocularon con un implante de 7 mm de diámetro de agar bacteriológico invadido por el micelio de las cepas en estudio de 7 días de incubación. Dichas cajas se incubaron a 28 °C durante 7 días. Pasado este tiempo, se procedió a marcar sobre la superficie de la caja de petri el área micelial alcanzada por cada una de las cepas y con un medidor de área foliar marca Li-cor Modelo 3100 se obtuvo el área de los micelios. Se seleccionaron las cepas que presentaron mayor área.

Obtención de micelios monospóricos, cruzamientos y selección de nuevas cepas

El aislamiento de los micelios monospóricos de las cepas seleccionadas, se realizó a partir de esporadas obtenidas de las fructificaciones [10]. Se hicieron diluciones de esporas en agua destilada estéril, de las que se tomaron muestras de 0.5 ml las cuales se inocularon en cajas de Petri que contenían MA y se incubaron a 28°C. Se aislaron 20 cultivos monospóricos por cada cepa. El carácter monospórico de los aislamientos se corroboró microscópicamente por la ausencia de fibulas [6].

Para la determinación de los tipos de apareamiento se eligieron 12 monospóricos al azar de cada una de las cepas, los cuales se entrecruzaron entre sí, evitando cruza recíprocas [5]. Paralelamente se estimó el área de crecimiento micelial en cultivo *in vitro* en viruta de pino de cada cultivo monospórico a los 7 días de incubación. Con los resultados obtenidos se seleccionaron aquellos que presentaron mayor

Tabla 1. Registro y procedencia de las cepas de *Pleurotus* utilizadas.

Especie	Procedencia	Registro
<i>P. pulmonarius</i>	Alemania	IE 4
<i>P. ostreatus</i>	Europa	IE 8
<i>P. ostreatus</i>	Hong Kong	IE 38
<i>P. ostreatus</i>	Guatemala	IE 49
<i>P. pulmonarius</i>	USA	IE 115
<i>P. ostreatus</i>	Japón	IE 129
<i>P. ostreatus</i>	Japón	IE 131
<i>P. pulmonarius</i>	Checoslovaquia	IE 135
<i>P. pulmonarius</i>	Checoslovaquia	IE 136
<i>P. ostreatus</i>	Checoslovaquia	IE 137
<i>P. pulmonarius</i>	USA	IE 140
<i>P. pulmonarius</i>	Grecia	IE 167
<i>P. pulmonarius</i>	IE 4x IE 136 México	IE 225
<i>P. pulmonarius</i>	IE 4x IE 115 México	IE 226
<i>P. pulmonarius</i>	IE 4x IE 115 México	IE 227
<i>P. ostreatus</i>	IE 38x IE 126 México	IE 238
<i>P. ostreatus</i>	IE 38x IE 126 México	IE 239
<i>P. ostreatus</i>	IE 38x IE 126 México	IE 240
<i>P. ostreatus</i>	IE 38x IE 126 México	IE 241

crecimiento y se realizaron los posibles entrecruzamientos intra-especimen para cada cepa. De igual manera, se escogió sólo el monospórico que presentó mayor crecimiento de cada una de las cepas para realizar los entrecruzamientos inter-especimen. Se estimó el área de crecimiento micelial de los parentales y las cruza de manera similar a la empleada con los cultivos monospóricos, seleccionándose los más rápidos para su evaluación en condiciones de producción experimental.

Evaluación de la producción de carpóforos

El inóculo se elaboró con semillas de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) previamente hidratado por inmersión en agua durante 16 h, esterilizándose a 121°C durante 1 h [10].

Como sustrato testigo se utilizó paja de cebada. Tanto la paja como la viruta de pino se hidrataron por espacio de 18 h. Pasado dicho tiempo, se prepararon 15 bolsas de 1 kg peso húmedo de cada uno de los sustratos y se esterilizaron 1 h a 121 °C. La proporción de inóculo utilizado para la siembra fue de 5 %. La incubación fue entre 25-28 °C. Para la inducción y desarrollo de las fructificaciones, las muestras se colocaron en el área de producción en donde se mantuvieron

las condiciones adecuadas de luz (12 h/día), temperatura (20-28 °C), humedad relativa (80-85%) y ventilación. Los parámetros a evaluar fueron días requeridos para la formación y desarrollo de primordios, número de cosechas, tamaño de las fructificaciones, eficiencia biológica y tasa de producción. La eficiencia biológica (EB), se determinó como la relación entre el peso fresco de los hongos producidos y el peso seco del sustrato [3], mientras que la tasa de producción (TP), se calculó dividiendo la eficiencia biológica entre el número total de días de evaluación, considerándose éste desde el primer día de incubación del hongo en el sustrato hasta el último día de cosecha [25]. Los valores de EBs y TPs se expresaron en porcentaje. Las fructificaciones se clasificaron en tres grupos de tamaño de acuerdo al diámetro del píleo. G1: menores de 5 cm; G2: de 5 a 9.9 cm y G3: mayores de 10 cm. [13].

Análisis de datos

Se hicieron 5 réplicas en las pruebas de estimación de área de crecimiento micelial en cultivo *in vitro* en viruta de pino y 15 para la evaluación de la producción de fructificaciones en ambos sustratos. Se realizó un diseño experimental completamente al azar. Para determinar diferencias significativas entre las cepas, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza al 95% de confianza y pruebas de rangos múltiples de Tukey, utilizando el paquete STATISTICA versión 6.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestra el comportamiento que presentaron las 19 cepas que inicialmente se trabajaron y de acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que las 9 cepas de *P. pulmonarius* y la cepa IE 131 de *P. ostreatus* presentaron los valores más bajos de desarrollo micelial. En la misma tabla 2, las cepas marcadas en negritas y que pertenecen a *P. ostreatus*, son las que presentaron el mayor crecimiento micelial en la

Tabla 2. Área promedio (mm²) en viruta de pino de las 19 cepas de *Pleurotus*, a los 7 días de incubación.

Especie	Cepa	Área *	
<i>P. ostreatus</i>	IE 38	77.9 a	5.36
<i>P. ostreatus</i>	IE 49	69.7 ab	4.95
<i>P. ostreatus</i>	IE 8	66.3 ab	5.42
<i>P. ostreatus</i>	IE 239	65.0 ab	3.40
<i>P. ostreatus</i>	IE 238	61.7 b	3.68
<i>P. ostreatus</i>	IE 241	56.3 b	1.70
<i>P. ostreatus</i>	IE 129	40.2 c	5.39
<i>P. ostreatus</i>	IE 137	40.0 c	5.84
<i>P. ostreatus</i>	IE 240	32.0 cd	6.04
<i>P. pulmonarius</i>	IE 227	30.0 d	4.95
<i>P. pulmonarius</i>	IE 225	25.0 de	5.12
<i>P. pulmonarius</i>	IE 167	23.6 de	3.36
<i>P. pulmonarius</i>	IE 226	19.7 efg	6.24
<i>P. pulmonarius</i>	IE 140	18.5 efg	5.28
<i>P. pulmonarius</i>	IE 115	17.6 efg	3.45
<i>P. pulmonarius</i>	IE 136	13.0 fg	1.47
<i>P. pulmonarius</i>	IE 135	11.7 fg	0.35
<i>P. ostreatus</i>	IE 131	11.7 fg	0.38
<i>P. pulmonarius</i>	IE 4	9.7 g	0.78

Los valores representan el promedio de 5 réplicas. * Valores que no comparten una misma letra indican diferencias significativas con la prueba de rangos múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05\%$)

Tabla 3. Cultivos monospóricos de *P. ostreatus* agrupados de acuerdo a su tipo de incompatibilidad y área micelial (mm²) en cultivo *in vitro* en viruta de pino.

Cepas	Tipo de Incompatibilidad	No. de monospórico	Área micelial a los 7 días de incubación
IE 8	I	1 ¹ 3 4 6 9 10	34.0, 14.8, 10.8, 3.3, 17.3, 18.4
	II	2 8 11	10.2, 18.5, 17.5
	III	7	15.9
	IV	5 2	24.8, 10.2
IE 38	I	1 8 5 10	25.4, 22.5, 17.9, 15.6
	II	2 11	31.7, 17.2
	III	3 4 12	25.0, 11.7, 25.6
	IV	6 7 9	29.2, 16.0, 32.5
IE 49	I	1 2 6 8	34.3, 24.7, 26.7, 41.3
	II	3 4 9 11	11.9, 41.9, 31.9, 29.6
	III	10 12	25.2, 32.5
	IV	5 7	19.4, 19.1
IE 239	I	1 4 8	5.3, 17.9, 6.7
	II	2 3 5	4.8, 17.4, 12.8
	III	6 7	14.7, 15.9
	IV	9 10 11 12	10.8, 7.7, 3.8, 28.0

¹ Cultivo monospórico seleccionado para las cruza intra-especimen (en negritas).

viruta de pino, por lo cual se decidió trabajar únicamente con estas cuatro cepas para realizar los entrecruzamientos.

La germinación de esporas de las cepas seleccionadas se observó entre los 3 a 4 días de incubación, lo cual coincide con lo reportado por Durán-Barradas [4]. Todas las cepas de *P. ostreatus* presentaron un patrón de sexualidad heterotálico tetrapolar, tal y como lo reportaron Eugenio y Anderson [6], Sobal y Martínez-Carrera [24], Guzmán *et al.* [11], Mestizo-Valdés [19].

En la Tabla 3 se muestra el área micelial que presentaron los monospóricos de cada una de las cepas y la clasificación de los mismos en los 4 tipos de apareamiento. En la misma tabla 3 se muestran las áreas promedio alcanzadas por los 48 monospóricos en su cultivo *in vitro* en viruta de pino. De acuerdo al análisis estadístico aplicado, los monospóricos marcados en negritas fueron los que presentaron mayor área. Estos se relacionaron con su tipo de apareamiento (Tabla 3) correspondiente, para seleccionar las posibles cruza intra-especimen.

Tabla 4. Área promedio en mm² de las cruza intra-especimen de las cepas de *P. ostreatus* en viruta de pino, a los 7 días de incubación.

Cepa	Monospórico	Código de Identificación	Área *	
IE 8	(5-1)	8₁	88.0 a	2.88
IE 8	(8-7)	8 ₂	63.2 b	20.63
IE 38	(12-2)	38₁	89.6 a	0.60
IE 38	(5-9)	38 ₂	72.2 ab	16.04
IE 38	(5-6)	38 ₃	71.1 ab	9.54
IE 38	(3-2)	38 ₄	69.3 ab	6.68
IE 38	(8-9)	38 ₅	68.9 ab	19.21
IE 38	(1-9)	38 ₆	61.5 b	8.01
IE 38	(8-6)	38 ₇	58.1 b	14.99
IE 38	(1-6)	38 ₈	57.8 b	11.90
IE 49	(9-12)	49₁	70.1 a	8.59
IE 49	(11-12)	49 ₂	69.2 a	9.88
IE 49	(1-5)	49 ₃	64.8 a	15.89
IE 49	(5-8)	49 ₄	31.0 b	5.65
IE 49	(4-12)	49 ₅	30.2 b	9.15
IE 239	(3-6)	239₁	80.1 a	9.66
IE 239	(5-7)	239 ₂	73.0 ab	15.74
IE 239	(4-12)	239 ₃	66.3 abc	11.60
IE 239	(3-7)	239 ₄	55.1 bc	8.28
IE 239	(5-6)	239 ₅	49.5 c	10.11

Los valores de área representan el promedio de 5 réplicas. * Valores que no comparten una misma letra en la columna para cada cepa indican diferencias significativas con la prueba de rangos múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05\%$)

Tabla 5. Área promedio en mm² de las cruza inter-especimen de las cepas de *P. ostreatus* en viruta de pino, a los 7 días de incubación.

Cepas	Monospórico	Código de identificación	Área	
IE 8 x IE 38	(1-9)	A	81.6 a	5.26
IE 38 x IE 49	(9-4)	B	79.5 a	2.91
IE 8 x IE 49	(1-4)	C	67.1 b	5.45
IE 38 x IE 239	(9-12)	D	40.4 c	4.49
IE 49 x IE 239	(4-12)	E	33.0 c	4.13
IE 8 x IE 239	(1-12)	F	32.1 c	10.78

Los valores de área representan el promedio de 5 réplicas. * Valores que no comparten una misma letra indican diferencias significativas con la prueba de rangos múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05\%$)

Tabla 6. Eficiencias biológicas (%) y tasa de producción (%) de las cepas de *P. ostreatus* en cada uno de los sustratos evaluados.

Cepa	Viruta de pino			Paja de cebada		
	E.B	T.P		Cepa	E.B.	T.P.
239 ₁	53.53 a	1.13	IE 38	106.04 a	2.46	
49 ₁	44.31 ab	0.94	8 ₁	93.98 ab	1.99	
8 ₁	42.08 ab	0.89	239 ₁	87.82 abc	1.90	
38 ₁	39.83 bc	0.82	B	84.98 bc	2.02	
A	39.22 bc	0.87	38 ₁	81.97 bc	1.70	
B	38.48 bc	0.96	A	81.21 bc	1.88	
IE 38	36.09 bc	0.88	49 ₁	75.89 bc	1.61	
C	38.02 bc	0.86	IE 49	75.66 bc	1.68	
IE 239	35.01 bc	1.12	IE 239	73.88 bc	1.84	
IE 8	28.10 c	0.63	C	73.00 c	1.65	
IE 49	27.98 c	0.68	IE 8	66.26 c	1.53	

Los valores representan el promedio de 15 réplicas. * Valores que no comparten una misma letra en cada columna indican diferencias significativas con la prueba de rangos múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05\%$). T.P. = Tasa de producción. E.B. = Eficiencia Biológica.

De acuerdo a la compatibilidad existente entre los monospóricos que presentaron mayor área micelial de cada cepa, las cruza intra-especimen obtenidas fueron 20. A cada una de estas cruza se les asignó un código de identificación para facilitar su posterior descripción. En la Tabla 4 se muestra el área micelial de cada una de las cruza intra-especimen obtenidas. Tomando en cuenta estos resultados, se seleccionaron las 4 cruza con mayor área, las cuales están marcadas en negritas en la misma tabla (1 cruza por cada cepa parental) y evaluar su productividad.

Para la obtención de las cruza inter-especimen, se utilizó el monospórico más rápido de cada cepa parental (ver tabla 3) y se entrecruzaron entre ellos dando como resultado 6 cruza 100 % compatibles. Los datos del área micelial alcanzada por cada una de éstas cruza se muestran en la Tabla 5. Con los resultados obtenidos se escogieron las cruza A, B y C para evaluar la producción de sus fructificaciones.

En cuanto al desarrollo de los primordios hasta la obtención de la primera cosecha (días); en viruta de pino, los parentales tardaron de 3 a 6 días y las cruza de 4 a 8 días; mientras que las cruza evaluadas en paja de cebada igualaron

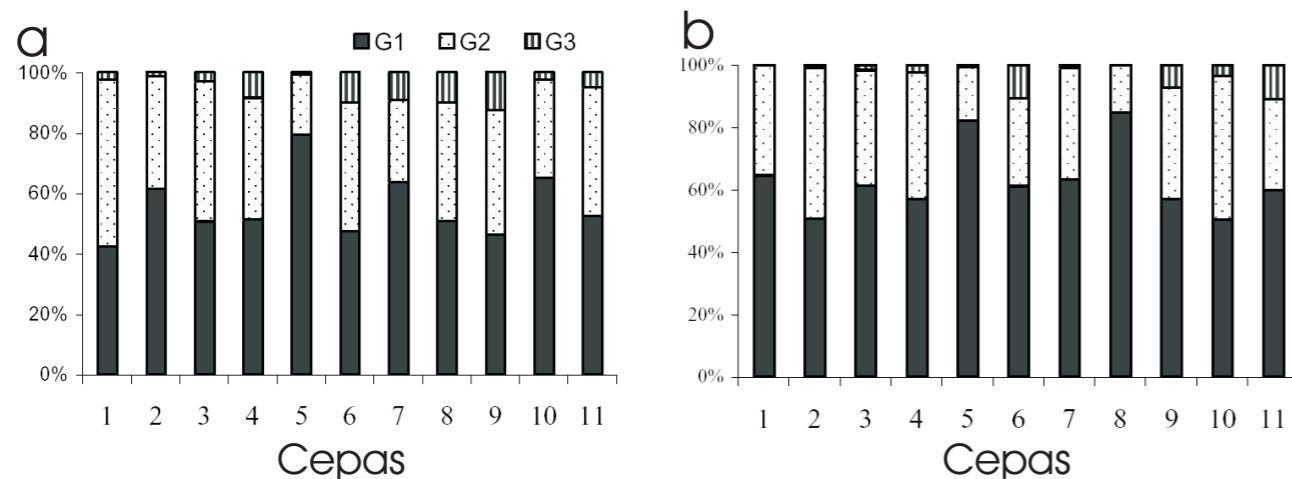


Fig. 1. Porcentaje de fructificaciones por grupo de tamaño, obtenidas en viruta de pino G1: menores de 5 cm; G2: 5-9.9 cm; G3: mayores de 10 cm. a: Fructificaciones obtenidas en viruta de pino. b: Fructificaciones obtenidas en paja de cebada. Cepas 1: IE-8, 2: IE-38, 3: IE-49, 4: IE-239, 5: (8)₁, 6: (38)₁, 7: (49)₁, 8: (239)₁, 9: A, 10: B, 11: C.

a sus parentales (5-6 días), coincidiendo con lo reportado por Salmones *et al.* [21].

El número de cosechas obtenidas (3) coincide con lo citado para la especie por Martínez-Carrera *et al.* [18]; Guzmán y Martínez-Carrera [12]; y Martínez-Carrera [16] a excepción de la cruz 8₁ y 49₁ que dieron 4 cosechas. En general, la mayor producción de las cepas se obtuvo en la primera cosecha, llegando a representar más del 50% del total de hongos producidos. Esto coincide con lo reportado por Salmones *et al.* [20, 21]. Con respecto al tamaño de las fructificaciones, los grupos mejor representados en ambos sustratos fueron el G1 y G2, lo cual coincide con lo citado por Mata y Gaitán-Hernández [14] y Salmones *et al.* [20]. En promedio, en viruta de pino el tamaño de los carpóforos de las cruza intra-especimen superan a los parentales en hongos del grupo G1 mientras que en hongos del G2 fueron superiores los parentales. Por otra parte, las cruza intra e inter-especimen en paja de cebada superaron a sus parentales en tamaño de hongos del G1 no así en cuanto al grupo G2 en donde los parentales fueron superiores (Fig. 1 y 2).

El análisis estadístico aplicado a las eficiencias biológicas en ambos sustratos (Tabla 6), demostró que las mejores cepas en viruta de pino fueron la 239₁ (53.53%) seguida de la 49₁ (44.31%) y la 8₁ (42.08%). Para paja de

cebada fueron la IE 38 (106.04%) y la 8₁ (93.98%) seguida de la 239₁ (87.82%) la cual superó a su parental. Es importante resaltar que las cruza intra-especimen superaron significativamente a sus parentales. Las eficiencias biológicas aquí reportadas fueron mayores a las obtenidas por otros autores para la misma especie, utilizando paja de cebada y otros sustratos; tal es el caso de lo reportado por Salmones *et al.* [20] para paja de cebada con 59% de eficiencia; Woolrich [27] en paja de cebada 58.3%; Alarcón [1] en paja 59.9% y en bagazo de caña de azúcar con 29.4% de eficiencia. Los valores de tasa de producción fluctuaron entre 0.63 a 1.12% para viruta de pino y de 1.53 a 2.46% para paja de cebada (Tabla 6).

Basándose en el análisis estadístico de la productividad de las cepas, de los parentales la cepa IE 38 fue la mejor en ambos sustratos; en las cruza intra-especimen sólo la 8₁ y 239₁ en paja de cebada superaron al parental, y en viruta de pino éstas mismas cruza junto con la 49₁ lo superaron; mientras que en las cruza inter-especimen, en general; se superó la eficiencia con respecto a uno de sus parentales. Esto indica que se logró obtener cepas mejoradas con respecto a sus parentales, lo cual les permite a las cepas ser adecuadas para su explotación comercial además de que las cepas IE 38 e IE 49 y su progenie pueden ser consideradas

en posteriores estudios genéticos de la especie. En conclusión, el área micelial de los dicariones obtenidos no estuvo relacionada con la productividad de los mismos, ya que una cepa de rápido crecimiento no siempre será la más productiva [21]. Además, los resultados de la producción de cuerpos fructíferos de las cruza de *P. ostreatus* fueron satisfactorios si se considera que la eficiencia biológica y la tasa de producción de algunas de las cruza fueron superiores a las de los parentales IE 8 e IE 38 en ambos sustratos. Por otra parte, es factible llevar a cabo el cultivo de *P. ostreatus* utilizando como sustrato los residuos de la madera de pino sola ya que por un lado se obtiene alimento (fructificaciones) y por otra, se le da un uso a estos residuos los cuales generalmente son subutilizados, esto es factible utilizando este método de selección el cual es relativamente barato, ya que con ello logramos desde un principio seleccionar las cepas con mayor potencial de adaptación al sustrato sobre el cual se piensa cultivar.

Literatura citada

- Alarcón, E. 1997. Cambio de actividad de celulasa y lacasa y obtención de carpóforos de hongos comestibles (*Pleurotus spp.*) durante su crecimiento sobre algunos desechos lignocelulósicos. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Veracruz.
- Chang, S.T. 1993. Mushroom biology: the impact on mushroom production and mushroom products. In: Chang, S.T., J. Buswell, S.W. Chiau (Eds.) Mushroom Biology and Mushroom Products. The Chinese University of Hong Kong. Hong Kong. pp. 3-20.
- Chang, S.T., P.G. Miles. 1989. Edible mushrooms and their cultivation. CRC Press, Boca Ratón.
- Durán-Barradas, Z. 1997. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus pulmonarius*: Obtención de cepas por entrecruzamiento genético y evaluación de su producción a nivel planta piloto. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad, Veracruzana.
- Eger, G. 1978. Biology and breeding of *Pleurotus* In: Chang, S.T., W.A. Hayes (Eds.) Biology and cultivation of edible mushrooms. Academic Press, Nueva York. pp. 497-519.
- Eugenio, C.P., N.A. Anderson 1968. The genetics and cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Mycologia 60: 627-634.
- Guzmán, G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. Introducción a la etnomicobiota y micología aplicada de la región. Sinonimia vulgar y científica. Instituto de Ecología A.C. Xalapa.
- Guzmán, G. 2000. Genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetidae): Diversity, Taxonomic Problems, and Cultural and Traditional Medicinal Uses. International Journal of Medicinal Mushrooms 2: 95-123.
- Guzmán, G., D. Martínez-Carrera. 1987. El cultivo de los hongos comestibles sobre la pulpa de café en México. Revista Mexicana de Micología 2: 68-78.
- Guzmán, G., G. Mata, D. Salmones, C. Soto-Velazco, L. Guzmán-Dávalos. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales. I.P.N. México, D.F.
- Guzmán, G., L. Montoya, G. Mata, D. Salmones. 1994. Studies in the genus *Pleurotus*, III. The varieties of *P. ostreatus*-complex based in interbreeding strains and in the study of basidiomata obtained in culture. Mycotaxon 50: 365-378.
- Guzmán-Dávalos, L., D. Martínez-Carrera, P. Morales, C. Soto-Velazco. 1987. El cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus*) sobre el bagazo de maguey de la industria tequilera. Revista Mexicana de Micología 3: 47-49.
- Mata, G., G. Guzmán. 1993. Cultivation of *Lentinula boryanana* in wood shavings in México. Cryptogamic Botany 4: 47-49.
- Mata, G., R. Gaitán-Hernández. 1995. Cultivo de *Pleurotus* en hojas de caña de azúcar. Revista Mexicana de Micología 11: 17-22.
- Mata, G., P. Delpech, J.M. Savoie. 2001. Selection of strains of *Lentinula edodes* and *Lentinula boryana* adapted for efficient mycelial growth on wheat straw. Revista Iberoamericana de Micología 18: 118-122.
- Martínez-Carrera, D. 1987. Design of a mushroom farm for growing *Pleurotus* on coffee pulp. Mushroom Journal Tropics 7: 13-23.
- Martínez-Carrera, D. 2000. Mushroom Biotechnology in Tropical America. The International Journal of Mushroom Sciences 3: 9-20.
- Martínez-Carrera, D., G. Guzmán, C. Soto. 1985. The effect of the fermentation of coffee pulp in the cultivation of *Pleurotus ostreatus* in México. Mushroom Journal for the Tropics 6 (1): 21-28.
- Mestizo-Valdés, L.G. 1997. Entrecruzamiento y evaluación de la producción de las variedades de *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.
- Salmones, D., G. Mata, G. Guzmán, M. Juárez, L. Montoya. 1995. Estudios sobre el género *Pleurotus*, V. Producción a nivel planta piloto de ocho cepas adscritas a cinco taxa. Revista Iberoamericana de Micología. 12: 108-110.
- Salmones, D., R. Gaitán-Hernández, R. Pérez, G. Guzmán. 1997. Estudios sobre el género *Pleurotus*. VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. Revista Iberoamericana de Micología. 14: 173-176.
- Sánchez, J.E., D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Limusa. México, D.F.
- SEMARNAT, 2003. www.semarnat.gob.mx.
- Sobal, M., D. Martínez-Carrera. 1988. Potencial de entrecruzamiento de cepas de *Pleurotus ostreatus*, aisladas a partir de diversos sustratos. Micología Neotropical Aplicada 1: 21-27.
- Royse, D.J., B.D. Valer. 1989. Factors influence the production rate of shiitake. Mushroom Journal for the Tropics 9: 127-138.
- Vilgaly, R. 1997. Biodiversity of the oyster mushroom *Pleurotus*. Mushroomnews 32-35.
- Woolrich, C. 1993. Optimización del manejo de pulpa de café como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* y su comparación con paja de cebada. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.