

Recibido: Mayo 21 de 1998

Aceptado: Junio 23 de 1998

## Producción de 18 cepas de *Pleurotus djamor* del Soconusco, Chiapas

Flor A. Benitez Camilo\*

Graciela Huerta Palacios\*

José E. Sánchez Vázquez\*\*&amp;

### ABSTRACT

The productivity and efficiency of 18 strains of *Pleurotus djamor*, native of the Soconusco region in Chiapas, were studied. In order to do this, the mycelial growth over PDA-yeast at pH 5.5., and the production over coffee pulp of each one of the strains, were evaluated. With the aim of comparing them, commercial strains of *Pleurotus ostreatus* IE-8, UAM-3 and CP-50 were used as witnesses. In order to define a laboratory method that might also identify the productive strains, the production of eight of the strains studied was correlated with the speed of colonization in sorghum grains, the speed of colonization of ground coffee pulp, and the percentage of reduce biomass in the medium of 2 Deoxi-D-Glucose (2-D6).

*Pleurotus djamor* ECS-0138 showed the fastest speed of growth with 20.36 mm/day and *Pleurotus djamor*, ECS-0149 the slowest with 7.15 mm/day. The most promising strains were ECS-0144, ECS-0149, ECS-0143 and ECS-0138 with biologic efficiencies from 125.17 to 99.38 percent and production rates from 7.33 to 5.85 percent. They showed better results than the commercial strains CP-50 of *Pleurotus ostreatus* which had a production rate of 4.32 percent.

---

& Autor para correspondencia.

\* Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Campus IV.

\*\* El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula.

Carretera Antiguo Aeropuerto, Km. 2.5, Tapachula, Chiapas. C.P. 30700

E-mail: esanchez@tap.ecosur.mx



None of the methods evaluated for the selection of productive strains in a laboratory, allowed for the discrimination of strains with high or low productivity.

**Key words:** *Pleurotus*, coffee pulp, growth rate.

## RESUMEN

Se determinó la productividad y la eficiencia de 18 cepas de *Pleurotus djamor* nativas de la Región del Soconusco, Chiapas. Para eso, se evaluó el crecimiento micelial sobre medio de papa-dextrosa-agar suplementado con extracto de levadura al 5% (PDA-L) a pH 5.5. y la producción sobre pulpa de café de cada una de las cepas. Para fines de comparación se usaron como testigos las cepas comerciales de *P. ostreatus* IE-8, UAM-3 y CP-50. Con el fin de definir un método de laboratorio, que identifique las cepas productivas, se correlacionó la producción de ocho de las cepas estudiadas con la velocidad de colonización en granos de sorgo, la velocidad de colonización en pulpa de café molida y el porcentaje de biomasa reducida en el medio de 2 Deoxi-D-Glucosa (2-DG).

*Pleurotus djamor* ECS-0138 presentó la mayor velocidad de crecimiento con 20.36 mm/día y *P. djamor* ECS-0149 la menor con 7.15 mm/día. Las cepas más prometedoras por su producción fueron: ECS-0144, ECS-0149, ECS-0143 y ECS-0138 con eficiencias biológicas de 125.17% a 99.38 % y tasas de producción de 7.33% a 5.85%. Estas presentaron mejores valores que la cepa comercial de *P. ostreatus* CP-50 que tuvo una eficiencia biológica de 89.39% y una tasa de producción de 4.32%.

Ninguno de los métodos evaluados para seleccionar cepas productivas a nivel laboratorio permitió diferenciar cepas con alta y baja productividad.

**Palabras clave:** *Pleurotus*, pulpa de café, velocidad de crecimiento.

## INTRODUCCIÓN

En la Región del Soconusco, Chiapas se practica una agricultura intensiva que genera grandes cantidades de subproductos agrícolas, tales como cáscara de cacao y pulpa de café, entre otros. Estos materiales constituyen excelentes substratos que pueden ser utilizados para el cultivo de hongos comestibles, dentro los cuales, los pertenecientes al género *Pleurotus* suelen ser muy interesantes porque poseen una amplia capacidad lignocelulolítica y son fáciles de cultivar. Debido a su aceptación culinaria, este género ocupa el segundo lugar en producción a nivel mundial.

En el Soconusco las condiciones climáticas que predominan son: cálido tropicales con temperaturas medias anuales de más de 25° C y precipitaciones pluviales en los meses de mayo a noviembre que fluctúan entre los 800 y los 3400 mm. Esto favorece el crecimiento de una gran cantidad y diversidad de especies fúngicas. Este recurso que se encuentra frecuentemente en la época de lluvia ha sido poco explotado en la Región, (Andrade *et al.* 1996, Hernández Ibarra *et al.* 1995).

Hasta la fecha las cepas de *Pleurotus* que se cultivan con fines comerciales en Chiapas son de origen extranjero o provenientes de otras zonas templadas del país. Esto hace que al no estar adaptadas a las condiciones cálidas del Soconusco, sean sensibles a los contaminantes, como lo demostraron López *et al.* En 1997, quienes al evaluar los daños por contaminación en una planta productora local encontraron que el 64% de la semilla producida y el 4% del substrato sembrado se perdía por problemas de contaminación.

Las cepas de *Pleurotus* nativas del Soconusco, son coriáceas y actualmente no tienen valor comercial, aunque son capaces de colonizar y fructificar rápidamente en los substratos locales. Estas cepas deben ser caracterizadas, seleccionadas y estudiadas



a nivel laboratorio porque representan un potencial genético desconocido que puede contribuir a resolver los problemas mencionados que presenta el cultivo de las cepas de *Pleurotus* introducidas (Martínez-Carrera, 1984; Elliot, 1989 y Martínez y Guzmán, 1984).

Por otra parte, dado que la determinación de la productividad de cepas desconocidas de hongos comestibles es un estudio largo que consume tiempo y recursos, se trató de determinar un método rápido de identificación de cepas prometedoras mediante el estudio a nivel de laboratorio de la correlación existente entre la velocidad de crecimiento micelial en varios medios y la producción de carpóforos.

Debido a esto y a los pocos estudios sobre las especies nativas de *Pleurotus* en la Región, se realizó el presente trabajo con la finalidad de caracterizar la productividad de las cepas y seleccionar las más sobresalientes. Este trabajo forma parte de un planteamiento a largo plazo que permitirá incorporar cepas nativas a un programa de mejoramiento genético, para obtener cepas adaptadas a la Región con mejor calidad y productividad comercial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material biológico

Los especímenes de *Pleurotus djamor* utilizados en el presente estudio fueron colectados en la Región del Soconusco, a una altitud de entre 150 y 1820 msnm. Esto permitió contar con cepas adaptadas a crecer sobre diferentes sustratos y a distintas temperaturas. Las cepas de *P. ostreatus* IE-8, UAM-3 y CP-50 son cepas comerciales y se utilizaron con fines de comparación. Todas las cepas se conservan en el cepario micológico de ECOSUR, con las claves que se señalan en la tabla 1.

### Velocidad de crecimiento micelial

Se sembraron discos de micelio de cinco milímetros de diámetro en cajas de petri con medio PDA-L. Posteriormente se midió el diámetro del micelio cada 24 horas con un vernier hasta que éste cubrió por completo la caja. Con estos datos se construyeron curvas de crecimiento para cada una de las cepas y en ellas se determinó la fase logarítmica. Las medidas observadas en los extremos de esta fase se utilizaron para el cálculo de la velocidad de crecimiento acorde a la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad de crecimiento} = (D_f - D_i) / (T_f - T_i).$$

En donde:

$D_f$  = Diámetro final de crecimiento

$D_i$  = Diámetro inicial de crecimiento.

$T_f, T_i$  = Días de crecimiento micelial

### Método de cultivo

Se siguieron las recomendaciones de Martínez-Carrera *et al.* (1984) y Guzmán *et al.* (1993), que consisten en sembrar 5 pedazos de micelio de 1.5 centímetros de diámetro en 200 gramos de sorgo estéril (60% de humedad) en frascos de boca ancha. Posteriormente se incuban a 26° C durante 10 a 15 días o hasta que el micelio cubre completamente los granos. Finalmente los granos colonizados se siembran en un kilogramo de pulpa de café (65% de humedad) y se colocan asépticamente en bolsas de polietileno. El sustrato inoculado se incubaba a 26°C y las bolsas se perforan dos días después de la inoculación, para favorecer el intercambio de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Finalmente se retira la bolsa y se pasan a la sala de fructificación (temperatura de 26°C, humedad del 90% y luz natural). Los carpóforos se cosechan una semana después.

### Determinación de la producción

La producción de las cepas se determinó con base en la eficiencia biológica, la tasa de producción y el rendimiento de las primeras dos cosechas.



Tabla 1. Especímenes de *Pleurotus* spp. utilizados en el presente estudio.

| No. | Género y Especie    | Clave en el cepario | Localidad                                | Municipio    | m.s.n.m. | Tipo de aislamiento |
|-----|---------------------|---------------------|--|--------------|----------|---------------------|
| 01  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0128            | Rosario Izapa                            | Tuxtla Chico | 450      | Vegetativo          |
| 02  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0129            | Carretera a Mixcum                       | Unión Juárez | 850      | Vegetativo          |
| 03  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0130            | CERI                                     | Tuxtla Chico | 450      | Vegetativo          |
| 04  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0131            | CERI                                     | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 05  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0132            | CERI                                     | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 06  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0133            | CERI                                     | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 07  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0134            | Km 42 Carretera Tapachula - Unión Juárez | U. Juárez    | 980      | Vegetativo          |
| 08  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0135            | Km 42 Carretera Tapachula -Unión Juárez  | U. Juárez    | 980      | Vegetativo          |
| 09  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0136            | Ejido Iturbide                           | Cacahoatán   | 800      | Vegetativo          |
| 10  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0137            | El Aguila                                | U. Juárez    | 1200     | Vegetativo          |
| 11  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0138            | El Aguila                                | U. Juárez    | 1200     | Vegetativo          |
| 12  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0139            | Rosario Izapa                            | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 13  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0140            | Rosario Izapa                            | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 14  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0141            | Km 12 Carretera Tapachula Tuxtla. Chico  | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 15  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0142            | Rosario Izapa                            | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 16  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0143            | Tapachula                                | Tapachula    | 150      | Vegetativo          |
| 17  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0144            | Talquián                                 | U. Juárez    | 1820     | Vegetativo          |
| 18  | <i>P. djamor</i>    | ECS-0149            | Rosario Izapa                            | T. Chico     | 450      | Vegetativo          |
| 19  | <i>P. ostreatus</i> | ECS-0152 (CP-50)    | Puebla, Puebla                           | Puebla       |          | Híbrido             |
| 20  | <i>P. ostreatus</i> | ECS-0112 (UAM-3)    | México, D. F.                            | México       |          |                     |
| 21  | <i>P. ostreatus</i> | ECS-0110 (IE-8)     | Xalapa, Veracruz                         | Xalapa, Ver. |          |                     |

La eficiencia biológica (EB) se calculó al relacionar el peso total de carpóforos frescos (PTCF) producidos en dos cosechas entre el peso seco del sustrato (PSS) por 100 (Royse, 1985). Para determinar el peso de los carpóforos se utilizó una balanza marca Fisher Scientific (Model 821) y para

el sustrato una convencional marca Torino.

$$EB = (PTCF/PSS) \times 100$$

La tasa de producción (TP) se determinó al dividir la eficiencia biológica entre el tiempo de producción, que comprende el número de días transcurridos de la siembra



en sustrato hasta la cosecha de cuerpos fructíferos (Royse; 1989).

$$TP = EB / \text{tiempo de producción}$$

El rendimiento (R) se obtuvo al sacar la relación del peso de carpóforos producidos en base seca (PTCBS) y el PSS por 100.

$$R = (PTCBS/PSS) \times 100$$

La humedad de los carpóforos se determinó por gravimetría utilizando una estufa marca Thelco a 105°C.

#### **Evaluación de métodos para determinar el potencial productivo de cepas nativas en el laboratorio**

Se evaluó a nivel de laboratorio la velocidad de colonización que presentaron ocho cepas de *Pleurotus* al hacerlas crecer sobre granos de sorgo y pulpa de café molida. Estos datos fueron posteriormente correlacionados con las características de productividad de cada una de las cepas. Además de los dos métodos antes mencionados, también se probó el método recomendado por Sánchez y Viniegra-González, (1996) quienes mencionaron que la correlación de biomasa reducida en 2-DG con la eficiencia biológica, la tasa de producción y el rendimiento permite seleccionar a nivel de laboratorio cepas altamente productivas.

Las cepas se seleccionaron entre las evaluadas inicialmente en este estudio tomando como criterio sus características de producción. Estas fueron: ECS-0144 y ECS-0149 con eficiencias biológicas altas, ECS-0110, ECS-0130 y ECS-0152 con eficiencias intermedias y ECS-0128, ECS-0134 y ECS-0135 con bajas eficiencias biológicas, lo que dio un total de ocho cepas.

#### **Velocidad de colonización micelial en sorgo**

Se prepararon tubos de ensayo de 20x300 con 20 gramos de granos de sorgo al 60%

de humedad. Se esterilizaron a 121°C durante 30 minutos. Posteriormente se inclinaron y se sembraron con discos de micelio de siete milímetros de diámetro de cada una de las ocho cepas descritas anteriormente. El disco se colocó en un extremo del sustrato y, se midió en forma lineal el crecimiento del micelio cada 24 horas con un vernier, hasta que el micelio cubrió el sorgo. Con estos datos se calculó la velocidad de colonización de cada una de las ocho cepas, siguiendo la metodología utilizada con el medio PDA-L.

#### **Velocidad de colonización micelial en pulpa de café**

La pulpa de café se molió en un molino manual hasta pulverizarla, después se llevó a 80% de humedad y se colocaron 10 gramos en cada tubo de ensayo de 30 x 200. La esterilización se hizo a 121°C durante 30 minutos. Posteriormente se inclinaron. Para la siembra y el cálculo de velocidad de colonización de la pulpa se realizó de la misma forma que se describe para el medio PDA-L. Se prepararon cinco repeticiones por cepa.

#### **Biomasa reducida con 2-DG**

Para la determinación de la biomasa reducida, se prepararon cajas petri de 15x90 con un medio de base almidón adicionado con 2-DG, de acuerdo al método descrito por Sánchez y Viniegra-González (1996). Además se preparó en cajas petri el mismo medio pero sin agregarle 2-DG, el cual sirvió como testigo. Posteriormente, de cada una de las ocho cepas antes mencionadas, se sembraron discos de micelio de siete milímetros de diámetro sobre el medio con 2-DG y, a la vez, se sembraron discos de micelio sobre medio sin 2-DG que sirvieron como testigos. Los medios ya inoculados se dejaron colonizar por siete días a una temperatura de 26°C. Para recuperar la biomasa producida, se colocaron todas las cajas petri, ya colonizadas, en un autocla-



ve por 15 minutos a 121°C. Después, en un papel filtro previamente pesado, se filtró el medio y se recuperó la biomasa producida y se puso a secar a 70°C por 24 horas en una estufa convencional. El papel filtro y la biomasa ya secos se pesaron en una balanza semianalítica, marca Sartorius, para sacar la biomasa producida, a este dato se le resto el peso del papel filtro. El cálculo de la biomasa inhibida se realizó tomando como el 100% a la biomasa producida por

cada uno de los testigos (sin 2-DG) y se les restó la biomasa producida sobre 2-DG.

#### Diseño experimental y análisis estadístico

Para la realización del presente estudio se utilizó un arreglo completamente al azar con cinco repeticiones y se aplicó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de Duncan (Little y Hills, 1975).

Tabla 2. Velocidad de crecimiento micelial (mm/día) de cepas de *Pleurotus* sobre PDA-Lev.

| GENERO Y ESPECIE    | CEPAS    | VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día) |
|---------------------|----------|-----------------------------------|
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0138 | 20.36 a*                          |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0140 | 16.74 b                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0137 | 16.35 b c                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0139 | 15.85 b c                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0128 | 15.80 b c                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0134 | 15.59 b c                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0141 | 15.58 b c                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0133 | 15.45 c                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0136 | 15.33 c                           |
| <i>P. ostreatus</i> | ECS-0112 | 15.33 c                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0129 | 15.24 c                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0132 | 13.82 d                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0143 | 13.57 d                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0130 | 13.12 d e                         |
| <i>P. ostreatus</i> | ECS-0152 | 13.00 d e                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0135 | 12.90 d e                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0142 | 12.89 d e                         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0131 | 12.70 d e                         |
| <i>P. ostreatus</i> | ECS-0110 | 12.18 e                           |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0144 | 9.80 f                            |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0149 | 7.15 g                            |

C.V.= 4.76%.

\*Letras iguales, indican que no hay diferencias significativas al 0.01 de confiabilidad, según la prueba de Duncan.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Velocidad de crecimiento

Las velocidades de crecimiento micelial de las cepas evaluadas de *Pleurotus spp* sobre PDA-L. van de 7.15 a 20.36 mm/día y se muestran en la tabla 2. Aquí se puede ver que la cepa de *P. djamor* ECS-0138 presentó la mayor velocidad de crecimiento, 20.36 mm/día, y es estadísticamente diferente a todas las demás. El segundo grupo fue formado por las cepas de *P. djamor* ECS-0140, ECS-0137, ECS-0139, ECS-0128, ECS-013 y ECS-0141 con 16.74, 16.35, 15.85, 15.80, 15.59 y 15.58 mm/día respectivamente. En un tercer grupo, se ubicaron las cepas de *P. djamor* ECS-0137, ECS-0139, ECS-0128, ECS-0134, ECS-134, ECS-0141 y ECS-0133, ECS-0136, ECS-0112 (*P. ostreatus*) y ECS-0129. Las velocidades de crecimiento de éstas oscilaron entre 15.24 y 16.35 mm/día. Las cepas de crecimiento más lento fueron ECS-0130 (*P. djamor*) con 13.12, ECS-0152 (*P. ostreatus*) con 13.00, ECS-0135 (*P. djamor*) con 12.90, ECS-0142 (*P. djamor*) con 12.89, ECS-0131 (*P. Djamor*) con 12.70, ECS-0110 (*P. ostreatus*) con 12.18, ECS-0144 (*P. djamor*) con 9.80 y ECS-0149 (*P. djamor*) con 7.15 mm/día que formaron el antepenúltimo, penúltimo y último grupo.

Las velocidades de crecimiento (7.15 a 20.36 mm/día) observadas para las cepas de *Pleurotus* nativas del Soconusco, Chiapas, en general fueron mayores que las reportadas por Acosta *et al.* (1988) para cepas de *P. ostreatus* nativas de Morelos. El que ellos tuvieran un rango de velocidad de crecimiento menor (de 7 a 13 mm/día crecidas en agar extracto de malta (EMA)), pudo deberse a las características genéticas de esas cepas estudiadas. Hernández-Ibarra *et al.* (1995) al evaluar cuatro cepas de *P. djamor* y una de *P. flabellatus* nativas del Soconusco, Chiapas, reportaron velocidades de crecimiento que oscilan entre 11.89 a 14 mm/día en EMA y 6.31 a 9.15

mm/día en PDA. Además, si se compara la velocidad reportada por este autor para la cepa ECS-0110 con 11.1 mm/día en EMA y 9.29 mm/día en PDA, se puede observar que fue menor que la observada en este trabajo, 12.18 mm/día para PDA-L. Esto probablemente se debió a que ellos utilizaron EMA y PDA sin extracto de levadura y en este estudio se usó PDA con levadura al 0.5%. También se debió a que ellos al calcular la velocidad de crecimiento micelial tomaron en cuenta la fase de adaptación del hongo y no únicamente la fase logarítmica de éste. Por otra parte, cabe mencionar que el diámetro de crecimiento promedio que se observó en este trabajo para la cepa ECS-0110 fue de 60.176 mm al sexto día y fue mayor, que al reportado por Calvo-Bado (1994), 57.6 mm en EMA, este resultado quizá se debió al tipo de medio de cultivo que utilizó.

### Producción de carpóforos de *Pleurotus spp.* en pulpa de café

#### Eficiencia biológica

En la tabla 3 se presentan las eficiencias biológicas de 21 cepas de *Pleurotus spp.* En él se observa que la comparación de medias por el Método de Duncan a un nivel de 0.01 logró separar once grupos. Así se puede observar que las mayores eficiencias biológicas las presentaron las cepas de *P. djamor* ECS-0144 (125.17%) y ECS-0149 (117.23%) las cuales formaron un primer grupo. Las cepas de *P. djamor* ECS-0143, ECS-0138 y *P. ostreatus* ECS-0152 con 100.45, 99.38 y 89.39% respectivamente, formaron el segundo grupo. En el tercer grupo se incluyó ECS-ECS-0152, ECS-0142 de *P. djamor* con 87.05%, ECS-87.05%, ECS-0112 de *P. ostreatus* con 81.28%, ECS-0130 de *P. djamor* con 78.25% y ECS-0139 de *P. djamor* con 78.06%. Las eficiencias biológicas más bajas se presentaron con las cepas de *P. djamor*. ECS-0136 (69.98%), ECS-0132 (68.98), ECS-0133 (67.33%), ECS-



Tabla 3. Eficiencia Biológica, Tasa de Producción y Rendimiento de 21 cepas cultivadas sobre pulpa de café.

| GENERO Y ESPECIE    | CEPAS    | EFICIENCIAS BIOLÓGICAS (%) | TASA DE PRODUCCION (%) | RENDIMIENTO (%) |
|---------------------|----------|----------------------------|------------------------|-----------------|
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0144 | 125.17 a*                  | 7.03 a*                | 11.35 c*        |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0149 | 117.23 a                   | 7.33 a                 | 9.69 de         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0143 | 100.45 b                   | 6.70 a                 | 10.90 c         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0138 | 99.38 b                    | 5.85 b                 | 8.64 efg        |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0152 | 89.39 bc                   | 4.32 def               | 7.04 hi         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0142 | 87.05 cd                   | 5.64 bc                | 8.40 fg         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0112 | 83.77 cde                  | 3.31 g                 | 7.76 gh         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0110 | 81.28 cdef                 | 4.42 def               | 9.39 def        |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0130 | 78.25 cdefg                | 4.89 cd                | 12.59 b         |
| <i>P. ostreatus</i> | ECS-0139 | 78.06 cdefg                | 4.53 def               | 6.12 ijk        |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0137 | 74.98 defgh                | 4.94 cd                | 10.28 cd        |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0140 | 73.31 efghi                | 4.71 de                | 5.53 k          |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0136 | 69.98 fghij                | 4.80 d                 | 9.69 de         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0132 | 68.98 fghij                | 4.93 cd                | 17.81 a         |
| <i>P. ostreatus</i> | ECS-0133 | 67.33 ghij                 | 4.32 def               | 8.44 fg         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0141 | 67.10 ghij                 | 4.24 def               | 5.75 jk         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0128 | 64.41 hij                  | 3.91 efg               | 6.88 hij        |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0131 | 61.43 ijk                  | 3.80 fg                | 5.34 k          |
| <i>P. ostreatus</i> | ECS-0129 | 61.15 ijk                  | 3.69 fg                | 7.07 hi         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0135 | 59.15 jk                   | 4.23 def               | 5.71 jk         |
| <i>P. djamor</i>    | ECS-0134 | 49.51 k                    | 3.14 g                 | 6.56 hijk       |
|                     | C.V.     | 12.54%                     | 13.56%                 | 11.48%          |

\*Letras iguales, indican que no hay diferencias significativas al 0.01 de confiabilidad, según la prueba de Duncan.

0141 (67.10%), ECS-0128 (64.41%), ECS-0131 (61.43%), ECS-0129 (61.15%), ECS-0135 (59.15%) que se observan en penúltimo y ECS-0131, ECS-0129, ECS-0135, ECS-0134 (49.51%) en último grupo.

Cabe mencionar que sólo las cepas ECS-0144 (*P. djamor*) con 125.17% y ECS-0149 (*P. djamor*) con 117.23% tuvieron mayores eficiencias biológicas que la testigo ECS-0110 (*P. ostreatus*) con 81.28% y las cepas comerciales de *P. ostreatus*: ECS-0152 con 89.39% y ECS-0112 con 83.77%. Este porcentaje para la cepa ECS-0110 fue más bajo que los reportados sobre pulpa de café por: Calvo-Bado *et al.* (1994) con 166.4%; Soto-

Velasco *et al.* (1987) con 152.70%; De León *et al.* (1988) con 140%; Martínez-Carrera *et al.* (1984) con 113.35%; Hernández-Ibarra *et al.* (1995) con 99.38+11.75 y Woolrich *et al.* (1993) con 97.53%. Esta reducción fue debida a que en este trabajo sólo se hicieron dos cosechas, mientras que los autores mencionados realizaron más de dos cosechas.

La eficiencia biológica de 89.39% lograda aquí para el híbrido de *P. ostreatus* ECS-0152, fue menor a la obtenida por Morales *et al.* (1995) con 97.32% quien lo cultivó sobre una mezcla de paja de cebada con pulpa de café. Aunque se supone que en pul-



pa de café la eficiencia biológica debió ser mayor, esto pudo deberse a que la cepa fue muy atacada por contaminantes tales como: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Trichoderma*, contrario a lo que comentó Morales *et al.* (1995) en el sentido de que esta cepa era poco susceptible al ataque de dichos contaminantes.

Los datos que aquí se presentan de eficiencia biológica varían de 49.51 a 127.17% para las cepas evaluadas en este estudio y son iguales, e inclusive superiores, a los reportados para cepas nativas de *Pleurotus spp.* del Soconusco, Chiapas; evaluadas por Hernández-Ibarra *et al.* (1995), las cuales fluctuaron entre 52.135 a 92.01% con tres a cuatro cosechas en el mismo sustrato (pulpa de café).

#### Tasa de producción

El Método de Duncan al nivel de 0.01 logró diferenciar siete grupos (Tabla 3). En él se aprecia que las cepas de *P. djamor* ECS-0149 (7.33%), ECS-0144 (7.03%) y ECS-0143 (6.70%) presentaron la mayor tasa de producción. En un segundo grupo se ubicaron las cepas de *P. djamor* ECS-0138 con 5.85% y ECS-0142 con 5.64% y en el tercero ECS-0142, ECS-0137 (4.94%), ECS-0132 (4.93%) y ECS-0130 (4.89%). Por otra parte las cepas ECS-0139 (*P. djamor*), ECS-0110 (*P. ostreatus*), ECS-0133 (*P. djamor*), ECS-0152 (*P. ostreatus*), ECS-0141 (*P. djamor*), ECS-0135 (*P. djamor*), ECS-0128 (*P. djamor*) ECS-0131 (*P. djamor*) y ECS-0129 (*P. djamor*) con 4.53%, 4.42%, 4.32%, 4.32%, 4.24%, 4.23%, 3.91%, 3.80% y 3.69% se ubicaron en un sexto grupo. Las cepas de menor tasa de producción fueron ECS-0112 de *P. ostreatus* con 3.31% y ECS-0134 de *P. djamor* con 3.14% y formaron el séptimo grupo.

Es de hacer notar que los resultados que aquí se obtuvieron tanto para el testigo ECS-0110 con 4.42% como para las cepas nativas de *P. djamor* son mucho mayores a los obtenidos por Hernández-Ibarra *et al.*

(1995). Ellos reportaron una tasa de producción de 2.21% para ECS-0110 y cuyas cepa de *Pleurotus spp.* de la Región del Soconusco, Chiapas; ECS-0101, ECS-0102, ECS-0103, ECS-0104 y ECS-0105 fluctuaron entre 1.18 a 2.16% para el mismo sustrato. Esto probablemente se debió a que ellos realizaron entre tres y cinco cosechas, por lo que el tiempo requerido hasta el último corte fue mayor lo que redujo la tasa de producción. En este trabajo los datos fueron calculados con base en dos cosechas.

#### Rendimiento

En cuanto al rendimiento, se observó que la cepa de *P. djamor* ECS-0132 obtuvo el promedio más alto (17.81%). Esta fue seguida por *P. djamor* ECS-0130 con 12.59%, y conformó el segundo grupo. Un tercer grupo fue formado *P. djamor*: ECS-0144, ECS-0143 y ECS-0137 con rendimiento de 11.35%, 10.90% y 10.28% respectivamente. Entre las cepas de menor rendimiento se sitúan *P. djamor*: ECS-0128 (6.88%), ECS-0134 (6.56%), ECS-0139 (6.12%), ECS-0141 (5.75%) y ECS-0135 (5.71% las cuales formaron el décimo grupo. El onceavo grupo fue formado por ECS-0134, ECS-0139, ECS-0141, ECS-0135, ECS-0140 con 5.53% y ECS-0131 con 5.34% (*P. djamor*). Todos los datos antes mencionados se encuentran en la tabla 3.

En este trabajo la cepa testigo ECS-0110 tuvo un 9.39% de rendimiento. Este dato fue similar al observado por Calvo-Bado *et al.* (1994), 14%, y Hernández-Ibarra *et al.* (1995), 10.95%. Las diferencias que se observan en los datos pudieron deberse a las condiciones ambientales en que se desarrollaron los diferentes experimentos. En efecto, diversos autores han reportado que las condiciones de aereación, temperatura y humedad, principalmente, inciden directamente en la producción de carpóforos (Royse 1989, Guzmán *et al.* 1993).



### Correlación entre la velocidad de crecimiento en PDA-L y las características de producción de cepas de *Pleurotus spp.*

Al hacer un análisis de correlación entre la velocidad de crecimiento sobre PDA-L de las 21 cepas estudiadas y sus características de producción, se encontraron los siguientes valores: -0.4616, -0.4599 y -0.2443 (eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento, respectivamente). Estos valores, no indican que la velocidad de crecimiento micelial sobre el medio PDA-levadura sea un criterio adecuado para seleccionar cepas nativas altamente productivas a nivel de laboratorio sin evaluar la producción.

Por lo mismo, se procedió a determinar la velocidad de colonización de ocho cepas sobre sorgo y sobre pulpa de café para correlacionar ésta con sus características de producción previamente determinadas.

El análisis de correlación efectuado entre velocidad de colonización en granos de sorgo y eficiencia biológica de las cepas ECS-0110, ECS-0128, ECS-0130, ECS-0134, ECS-0135, ECS-0144, ECS-0149 y ECS-0152

determinó valores de -0.6412, para eficiencia biológica, de -0.6621 para la tasa de producción y de -0.0021 para el rendimiento (Tabla 4). Para el cálculo de correlación sobre pulpa de café molida, los valores fueron de -0.2161 para la eficiencia biológica, -0.2571 para la tasa de producción y -0.1195 para el rendimiento. En todos los casos la correlación varió entre -0.64 y -0.119 por lo cual fue considerada como no significativa. Esto indica que la velocidad de crecimiento sobre ninguno de los tres medios probado (PDA-Lev, granos de sorgo y pulpa de café) permite seleccionar cepas altamente productivas a nivel de laboratorio.

Al determinar el coeficiente de correlación entre el porcentaje de biomasa reducida sobre 2-DG y las características de producción de cepas de *Pleurotus spp.* no se encontró correlación significativa ya que los valores obtenidos fueron: eficiencia biológica (0.0237), tasa de producción (-0.1682) y rendimiento (-0.3820). Debido a esto, no se pudo diferenciar las cepas de alta productividad de las de baja productividad por este método. Esto es contrario a lo estable-

Tabla 4. Correlación entre la velocidad de crecimiento en PDA-Lev., velocidad de colonización en granos de sorgo, velocidad de colonización en pulpa de café molida y porcentaje de biomasa reducida en 2 Deoxi-D-Glucosa con las características de producción de cepas de *Pleurotus spp.*

| Correlación con:                           | Eficiencia biológica | Tasa de producción | Rendimiento |
|--|----------------------|--------------------|-------------|
| Velocidad de crecimiento en PDA-Lev        | - 0.4616 *           | - 0.4599 *         | - 0.2443 NS |
| Velocidad de colonización en sorgo         | - 0.6412 NS          | - 0.6621 NS        | - 0.0021 NS |
| Velocidad de colonización en pulpa de café | - 0.2161 NS          | - 0.2571 NS        | - 0.1195 NS |
| % de biomasa reducida en 2dg               | 0.0237 NS            | - 0.1682 NS        | - 0.3820 NS |

NS= Correlación no significativa al nivel de 0.05

\*= Correlación significativa al nivel de 0.05



cido por Sánchez y Viniegra-González (1996) quienes consideran que las cepas que presentan tolerancia al 2-DG tienen eficiencias biológicas de 85 a 100%. Esto quizá se debió a que las cepas nativas de *P. djamor* utilizadas no fueron sensibles a la concentración de 0.1 g/L de 2-DG, o tal vez a que el micelio se desarrolló al utilizar los nutrientes que obtuvo del agar de transferencia, reduciendo así el efecto inhibitorio del 2-DG. Debido a esto, es necesario probar otras concentraciones de 2-DG para esta especie y además, utilizar agar-agua para la propagación del micelio.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al SIINV-UNACH y al SIBEJ el apoyo económico otorgado para la realización del presente trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, U.L., G. Bustos Z. y D. Portugal P. 1988. Aislamiento y caracterización de cepas de *Pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el Estado de Morelos. Rev. Mex. Mic. 4: 13-20.
- ANDRADE Gallegos, R.H., S. Chacón Z. y J.E. Sánchez V. 1996. Estudio sobre los hongos (macromicetos) en tres plantaciones de café en el municipio de Tapachula, Chiapas. Rev. Mex. Mic. 12, 79-88.
- ARIAS, G.J.A., H. Leal-Lara y R. Ramírez C. 1996. Desarrollo de un método para identificar cepas de *Pleurotus spp.* altamente productoras. II Congreso Latinoamericano de Micología. La Habana, Cuba p. 151-152.
- CALVO-BADO, L. 1994. Estudio técnico para la producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* (Jaqc. Ex Fr.) Kumer bajo condiciones rústicas. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas. UNACH. Tapachula, Chiapas. P. 27, 28 y 45.
- DE LEÓN, C.R., G. Guzmán y D. Martínez-Carrera. 1988. Planta productora de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en Guatemala. Rev. Mex. Mic. 4: 297-301.
- ELLIOTT, T.J. 1989. Genetics and breeding of cultivated mushrooms. In: S.T. Chang y T.H. Quimio (eds.), Tropical Biological nature and cultivation methods. 3ª. Edición. The Chinese University Press. Hong Kong. P. 11-30.
- ESCARTÍN, R. y T. Ubach. 1995. Gran atlas visual del cosmos, la tierra y México. Programa Educativo Visual. Bogotá, Colombia. pp. 176, 178 y 179.
- GUZMÁN, G., G. Mata, D. Salmones, C. Soto-Velazco. y L. Guzmán-Davalos. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales. Instituto Politécnico Nacional, México. 245 p.
- HERNÁNDEZ-IBARRA, H., J. E. Sánchez-Vázquez y L. Calvo-Bado. 1995. Estudio de 5 cepas nativas de *Pleurotus spp.* de la Región de Tapachula, Chiapas, México. Rev. Mex. Mic. 11:29-38.
- LITTLE, T.M. y F.J. Hills. 1975. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas. México. P. 53-57.
- LÓPEZ, A., G. Huerta Palacios and J.E. Sánchez. 1996. Contamination encountered during various phases of cultivation of *Pleurotus ostreatus* in Tropical Mexico. In: Proceed II. Conf. on Mushroom Biology and Mushroom Products. D. Royse (ed.) Penn. St. Univ. USA. 495-502.
- MARTÍNEZ-CARRERA, D. 1984. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre desechos agrícolas de cultivo sólido en el laboratorio. Biótica 9 (3): 243-248.
- MARTÍNEZ-CARRERA, D., y G. Guzmán. 1984. Investigación y prospectos sobre el cultivo de los hongos comestibles en México. Memorias del Simposium sobre el cultivo de hongos. Puebla; Pue., México. s/p.
- MARTÍNEZ-CARRERA, D., M. Quirarte, C. Soto-Velazco, D. Salmones y G. Guzmán. 1984. Perspectiva sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. Bol. Soc. Mex. Mic. 19:207-219.
- MORALES, P., M. Sobal, W. Martínez, A. Larque-Saavedra y D. Martínez-Carrera. 1995. La cepa CP-50 de *Pleurotus ostreatus* híbrido comercial seleccionado por mejoramiento genético en México. Mic. Neotrop. Apl. 8: 77-81.
- ROYSE, J.D. 1985. Effect of Spawn Run Time and Substrate Nutrition on Yield and Size of the Shiitake mushroom. Mycologia, 77(5). P. 756-762.



ROYSE, J.D., 1989. Factors Influencing the Production Rate of Shiitake. *Mush J. Tropics*. 9: 127-138.

SÁNCHEZ, C. y G. Viniegra-González. 1996. Detection of highly productive strains of *Pleurotus ostreatus* by their tolerance to 2-deoxy-D-glucoce in starch-based media. *Mycol. Res.* 100(4): 455-461.

SOTO-VELAZCO, C., D. Martínez-Carrera, P. Morales y M. Sobal. 1987. La pulpa de café secada al sol, como una forma de almacenamiento para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Rev. Mex. Mic.* 3: 133-136.

VILLAFUERTE, S.D. 1992. Desarrollo económico y diferenciación productiva en el Soconusco. CIES. San Cristóbal de las Casas; Chiapas, México. p. 6-8.

WOOLRICH, B.C.E., G. Mata y G. Guzmán. 1993. Estudios sobre el género *Pleurotus*, VII. Optimización del cultivo en pulpa de café. Resumen del I Simposio Latinoamericano de Micología. La Habana, Cuba. pp. 64.