

Cultivo de *Pleurotus* sobre residuos de las cosechas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y plátano (*Musa paradisiaca*)

Maricela Cayetano-Catarino
Teodoro Bernabé-González

Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria, Chilpancingo, Gro. C. P. 39090

Culture of *Pleurotus* on crop's wastes of jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) and banana (*Musa paradisiaca*)

Abstract. Two strains of *Pleurotus ostreatus* and *P. pulmonarius* were cultivated on dry stems of jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) (SJ) pure and mixed with rice straw in ratio 2:1 (SJS), pseudostem with fresh leaves of banana (*Musa paradisiaca*) (PFB). The highest productivity was obtained on the substrate PFB, reaching biological efficiencies (BE) of 96.4 and 99.8%, and yield (Y) of 14.9 and 15.4%. In the other substrates the parameters fluctuated between 64.5 to 81.7% (BE), and 20.0 to 22.3% (Y).

Key words: Agro-wastes, mushroom cultivation, *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius*.

Resumen. Se cultivaron dos cepas: *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius* sobre tallos secos de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) (TJ) y en mezcla con paja de arroz (*Oryza sativa*) en una proporción 2:1 (TJA) y pseudotallo con hojas frescas de plátano (*Musa paradisiaca*) (PPF). La más alta productividad se obtuvo en el sustrato PPF con eficiencias biológicas (EB) de 96.4 y 99.8% y con rendimientos (R) de 14.9 y 15.4%. En los otros sustratos los parámetros fluctuaron entre 64.5 a 81.7% de EB, y de 20.0 a 22.3% de R.

Palabras clave: Cultivo de hongos, *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius*, residuos agrícolas.

Received 19 October 2007; accepted 20 June 2008.

Recibido 19 de octubre 2007; aceptado 20 de junio 2008.

En el estado de Guerrero se siembra jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), plátano (*Musa paradisiaca* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.) entre otros cultivos. En el año agrícola 2006 se produjeron 3,390 ton de flor de jamaica que representaron el 50% de la producción nacional, 57,589 ton de plátano y 900 ton de arroz (SAGARPA, 2006). Los subproductos agrícolas que se generan después de cosechar la flor y los frutos de estos cultivos, son considerados como basura sin ninguna aplicación. Una alternativa para reutilizar los residuos lignocelulósicos de las regiones guerrerenses, ha consistido en estudiarlos como sustrato para su posible uso en la producción de hongos comestibles con especies de *Pleurotus*

*Autor para correspondencia: Maricela Cayetano-Catarino
marely2003@hotmail.com*

(Bernabé-González *et al.*, 2004). Como continuación de los estudios realizados, en el presente trabajo se pretende probar el potencial como sustrato en el cultivo de setas, de los tallos secos de la jamaica, solos y en mezcla con paja de arroz y el pseudotallo del plátano con sus hojas frescas.

Se cultivaron las cepas IE-8 [*P. ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm.] e IE-4 [*P. pulmonarius* (Fr.) Quél.] proporcionadas por el INECOL (Instituto de Ecología, A.C.), las que se propagaron en cultivo axénico de Extracto de Malta Agar –EMA- (Bioxon) y se incubaron a 29 °C durante dos semanas. El inóculo se elaboró con granos de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) hidratados (~40% de humedad), esterilizados a 121 °C durante 1 h. Una vez fríos, se inocularon con el micelio de las cepas y se incubaron a 29 °C durante dos semanas en

oscuridad (Guzmán *et al.*, 1993; Gaitán-Hernández *et al.*, 2002).

Los tallos de jamaica se cortaron manualmente con un machete en segmentos de 4 a 7 cm de longitud y se trituraron en un molino de martillos. Los residuos del plátano y la paja de arroz, se cortaron en segmentos entre 3 y 5 cm. Se prepararon tres sustratos para el cultivo, los cuales se colocaron en forma piramidal de 60 cm de altura. Los sustratos fueron: 1) Tallos de jamaica secos (TJ); 2) Tallos de jamaica secos y paja de arroz en una proporción 2:1 (peso seco) (TJA) y 3) Residuos del plátano en fresco (PPF). Los sustratos 1 y 2 se humectaron y cubrieron con una película plástica durante 24 h. El tercero fue cubierto con una película plástica; se fermentó aeróbicamente. En el interior de la pila se alcanzaron temperaturas de 50 a 55 °C. Cuando la temperatura descendió a ± 35 °C, lo cual sucedió a los 14 días, se consideró finalizada la fermentación. El pH final fue de 12 y se agregó yeso (CaSO₄) hasta alcanzar un pH de 7 (Guzmán *et al.*, 1993).

Los sustratos se desinfectaron por separado en agua a 80 °C durante 1 h; posteriormente se colocaron en bolsas de polietileno de 50 x 70 cm y se agregó el inóculo (5% en peso húmedo del sustrato) de cada una de las cepas (Guzmán *et al.*, 1993). Se realizaron 5 repeticiones por cepa y sustrato con un peso húmedo de 4 kg por muestra, que equivalen a 1240, 1089 y 620 g en peso seco para TJ, TJA y PPF, por lo que, los contenidos de humedad fueron de 69, 72.7 y 84.5%, respectivamente. Las bolsas se incubaron en oscuridad entre 26 y 28 °C. En la experimentación se utilizó un plan bifactorial 2 x 3 bajo un diseño completamente al azar, con seis combinaciones de cepas y sustratos.

Al aparecer los primordios de fructificación, se removió la bolsa de plástico y los sustratos permanecieron con iluminación natural difusa durante 11±1 h por día, a temperatura mínima de 25 a 27 °C y máxima de 28 a 29.5 °C, humedad relativa de 77 a 83% y ventilación controlada con dos extractores de aire. En todos los tratamientos se evaluaron

tres cosechas, días en que se desarrollaron los primordios, días totales de producción, eficiencia biológica (EB) (peso fresco de los cuerpos fructíferos/peso seco del sustrato) (Guzmán *et al.*, 1993) y el rendimiento (R) o cociente entre el peso fresco de los cuerpos fructíferos y el peso húmedo del sustrato (Salmones *et al.*, 1997), ambos expresados en porcentaje.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza bifactorial y se realizó la comparación de medias a través de la prueba de rango múltiple de Tukey (α =0.05).

Los primeros primordios fueron más precoces en TJA con la cepa IE-8 y en TJ con ambas cepas al desarrollarse a los 17.4, 18.2 y 19.4 días de incubación, respectivamente y fueron superiores estadísticamente al resto, debido a que en los tratamientos TJA con la cepa IE-4 y PPF con ambas cepas, requirieron de 22.0, 26.2 y 27 días, respectivamente. En la formación de los segundos primordios el tratamiento TJA (30.8 días) con la cepa IE-8 fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Sin embargo, tanto en la formación de los terceros primordios (46.2 a 51.8 días) como en el total de días de producción (50.2 a 56.0 días) no hubo diferencias significativas, por lo cual, las cepas y sustratos se comportaron de manera similar en estas dos variables (Tabla 1).

Los más altos valores de EB se obtuvieron en los tratamientos PPF al lograr con la cepa IE-8, 99.8% y con la cepa IE-4, 96.4%. La menor EB se obtuvo en el tratamiento TJ con la cepa IE-4, con 64.5%; mientras que en el resto de los tratamientos la EB fluctuó entre 69.4 y 81.7% con ambas cepas. El análisis de varianza indicó que los tratamientos PPF son significativamente superiores a los demás. Con la fermentación del PPF se obtuvo un material selectivo más apropiado e influyó para que el micelio de ambas cepas colonizara eficientemente al sustrato. Es probable que el sustrato TJ requiera de más tiempo de remojo para aumentar la humedad, ya que en el sustrato TJA con 72.7% de humedad aumentó la EB a 81.7% con la cepa IE-8.

Tabla 1. Tratamientos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius*, promedio de días en la formación de primordios y días totales de producción

Tratamiento	Especie	Formación de primordios (días ± σ)			Días de producción (± σ)
		1os	2os	3os	
TJ*	<i>P. pulmonarius</i>	19.4±2.5 b	34.6±2.5 ab	46.8±1.3 a	50.8±1.3 a
TJ	<i>P. ostreatus</i>	18.2±1.3 b	33.8±1.9 ab	49.8±1.4 a	53.8±1.4 a
TJA	<i>P. pulmonarius</i>	22.0±5.1 ab	38.8±5.4 a	49.0±9.8 a	53.0±9.8 a
TJA	<i>P. ostreatus</i>	17.4±0.8 b	30.8±0.4 b	46.2±2.0 a	50.2±2.0 a
PPF	<i>P. pulmonarius</i>	26.2±3.1 a	39.8±4.3 a	51.8±2.3 a	55.8±2.3 a
PPF	<i>P. ostreatus</i>	27.0±1.2 a	37.8±0.8 a	51.0±1.5 a	56.0±1.5 a

* TJ = Tallo seco de jamaica; TJA = Tallo seco de jamaica y paja de arroz (2:1); PPF = Pseudotallo y hojas frescas de plátano fermentado durante 14 días. Diferentes letras en la columna indican diferencias significativas entre los tratamientos con la prueba de rango múltiple de Tukey (α = 0.05).

Tabla 2. Parámetros productivos de *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius* obtenidos en los residuos de la cosecha de jamaica y de plátano

Tratamientos	Especies	Eficiencia biológica (%±σ)	Rendimiento (%±σ)
TJ*	<i>P. pulmonarius</i>	64.5±11.27 c	20.0±3.49 a
TJ	<i>P. ostreatus</i>	69.4±8.36 bc X = 66.95 C C.V. = 14.82	21.5±2.59 a X = 20.75 A C.V. = 14.82
TJA	<i>P. pulmonarius</i>	74.4±6.81 bc	20.3±1.65 a
TJ	<i>P. ostreatus</i>	81.7±3.84 b X = 78.05 B C.V. = 7.08	22.3±0.93 a X = 21.3 A C.V. = 7.08
PPF	<i>P. pulmonarius</i>	96.4±4.17 a	14.9±0.64 b
PPF	<i>P. ostreatus</i>	99.8±6.42 a X = 98.1 A C.V. = 5.52	15.4±0.99 b X = 15.15 B C.V. = 5.53

* Las abreviaturas corresponden a los tratamientos de la Tabla 1.
X = promedios entre los sustratos.
C.V. = Coeficiente de Variación.
Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey (α = 0.05).

En cuanto al R, entre los valores (20.0 a 22.3%) de los tratamientos TJ y TJA no hubo diferencias significativas, pero sí hubo al comparar estos tratamientos con los

porcentajes (14.9 y 15.4%) de los tratamientos de PPF en ambas cepas. El bajo rendimiento de estos últimos tratamientos, obedece a que el peso seco del sustrato fue inferior con respecto al peso seco de los demás sustratos.

Al considerar el análisis de varianza bifactorial con respecto al factor cepa, tanto en la EB como en el R, los valores promedio no son significativamente diferentes (IE-4: 78.4 y 18.4%; IE-8: 83.6 y 19.7%, respectivamente). En el factor sustrato hubo diferencias significativas. En la EB, el sustrato TJ obtuvo un promedio de 66.95%, el sustrato TJA, 78.05% y el sustrato PPF, 98.1%. Esto confirma que el mejor sustrato fue el PPF. En cuanto al R, el sustrato TJ obtuvo un promedio de 20.75%, el sustrato TJA, 21.3% y el sustrato PPF, 15.15%. (Tabla 2).

Las EB de la cepa IE-8 (96.4-99.8%), son similares o superan a las obtenidas sobre: pulpa de café con cinco días de fermentación mezclada con paja de cebada (102.68%) (Martínez-Carrera *et al.*, 1985); hojas usadas en la extracción de aceites esenciales (56.79-113.01%) (Martínez-Carrera *et al.*, 1986); bagazo de maguey tequilero sin fermentar (60.2%) (Guzmán-Dávalos *et al.*, 1987a) o con 20 días de fermentación (78%) (Soto-Velazco *et al.*, 1991b) y mezclado

con paja de trigo con cinco días de fermentación (96.4%) (Soto-Velazco *et al.* 1989); bagazo de caña de azúcar fermentado siete días (49.08%) (Guzmán-Dávalos *et al.*, 1987b) o en mezcla con paja de maíz con 15 días de fermentación (60%) (Soto-Velazco *et al.*, 1991a); hojas de caña de azúcar (70.6%) (Mata y Gaitán-Hernández, 1995); hoja seca de maíz mezclada con cáscara de cacahuete (95.7%) (Bernabé-González y Arzeta-Gómez, 1994); paja de cebada (73.0%; 59%) (Pérez y Mata, 2005; Salmones *et al.*, 1995) y sobre viruta de pino (28.10%) (Pérez y Mata, 2005).

Las EB con la cepa IE-4 (64.5-96.4%), coinciden o son superiores a las obtenidas sobre: bagazo de maguey tequilero sin fermentar (64.7%) (Guzmán-Dávalos *et al.* 1987a) o fermentado 20 días (84%) (Soto-Velazco *et al.*, 1991b); bagazo de caña de azúcar fermentado seis días (51.05%) (Guzmán-Dávalos *et al.*, 1987b) o mezclado con rastrojo de maíz con 15 días de fermentación (105%) (Soto-Velazco *et al.*, 1991a) y bagazo de maguey mezcalero solo o en mezcla con paja de arroz (78.29-131.50%) (Bernabé-González *et al.*, 2004).

Los resultados son alentadores, por lo que, el cultivo de especies de *Pleurotus* puede ser una alternativa para aprovechar los residuos de la cosecha de la jamaica y del plátano en la producción de un alimento de consumo humano con aceptable calidad nutricional.



Literatura citada

Bernabé-González, T., J. M. Arzeta-Gómez, 1994. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre cáscara de cacahuete y hoja seca de maíz. Revista Mexicana de Micología 10: 15-20.

Bernabé-González, T., M. Cayetano-Catarino, A. Adán-Díaz, M. A. Torres-Pastrana, 2004. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México. Revista Mexicana de Micología 18: 77-80.

Gaitán-Hernández, R., D. Salmones, R. Pérez Merlo, G. Mata, 2002. Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, Xalapa, Ver. México, 56 p.

Guzmán-Dávalos, L., D. Martínez-Carrera, P. Morales, C. Soto, 1987a. El cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus*) sobre el bagazo del maguey de la industria tequilera. Revista Mexicana de Micología 3: 47-49.

Guzmán-Dávalos, L., C. Soto, D. Martínez-Carrera, 1987-B. El bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus* en Jalisco. Revista Mexicana de Micología 3: 79-82.

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 agro-industriales. I. P. N. México, D.F., 245 p.

Martínez-Carrera, D., C. Soto, G. Guzmán, 1985. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en pulpa de café con paja como sustrato. Revista Mexicana de Micología 1: 101-108.

Martínez-Carrera, D., P. Morales, C. Soto, M. E. Murrieta, G. Guzmán, 1986. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre hojas usadas en la extracción de aceites esenciales. Revista Mexicana de Micología 2: 119-124.

Mata, G., R. Gaitán-Hernández, 1995. Cultivo de *Pleurotus* en hojas de caña de azúcar. Revista Mexicana de Micología 11: 17-22.

Pérez, M. R., G. Mata, 2005. Cultivo y selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius* en viruta de pino: obtención de nuevas cepas y evaluación de su producción. Revista Mexicana de Micología 20: 53-59.

SAGARPA, 2006. Anuario estadístico. Estado de Guerrero. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

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. Pérez, R. Gaitán-Hernández, G. Guzmán, 1997. Estudios sobre el género *Pleurotus*, VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. Revista Iberoamericana de Micología 14: 173-176.

Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos, O. Rodríguez, 1989. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de maguey tequilero fermentado y mezclado con paja de trigo. Revista Mexicana de Micología 5: 97-101.

Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos, C. Téllez, 1991a. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico, II. Sugar cane bagasse and corn stover. Mushroom Journal for the Tropics 11: 34-37.

Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos, L. Villaseñor, 1991b. Substrates for cultivation of *Pleurotus* in Mexico, I. Tequila maguey bagasse (*Agave tequilana*). Mushroom Journal for the Tropics 11: 29-33.