

EVALUACIÓN DE BAGAZO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*

Omar Romero-Arenas¹, Israel Hernández Treviño², J. F. Conrado Parraguirre Lezama², Mayra Nayeli Marquez Specia³, José Luis Amaro Leal⁴

Evaluation of bagasse of coffee (*Coffea arabica*) as substrate in the production of *Pleurotus ostreatus*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the production of the CP-50 of *Pleurotus ostreatus* in coffee bagasse dehydrated (*Coffea arabica*) in relation to other agricultural waste of the Municipality of Tetela of Ocampo-Puebla, the coffee bagasse was collected in the zone of Cuahutempan, Puebla-México and the other agricultural waste as they are: wheat straw (*Triticum aestivum*), straw of barley (*Hordeum vulgare*), bean straw (*Phaseolus vulgaris*) and Corn stubble (*Zeamays*) were acquired in the region of Tetela de Ocampo, Puebla, Mexico, for the obtaining of fruitions in rural conditions. The CP-50 showed adequate growth of aerial mycelium in coffee bagasse dehydrated, reaching a production rate of 1.5 ± 0.2 %, the highest biological efficiency (EB) was obtained in the wheat straw substrate with $119,24 \pm 7,1$ %, in remainders of coffee bagasse dehydrated with $109,03 \pm 0,4$ % and corn stover obtained the lowest EB $77,47 \pm 0,2$ %.

The results demonstrated the feasibility of cultivating the CP-50 of *Pleurotus ostreatus* under rural conditions in the northern sierra of Puebla State, taking advantage of residues in banana in regions surrounding the municipality. This represents an opportunity to develop the production of the oyster mushroom, with minimal investment, which can have a significant impact as agribusiness to take waste from the production of coffee harvested area, which amounts to more than 700 000 hectares in the country.

Keywords: Substrate, Bagasse Coffee, CP-50, *Pleurotus ostreatus*, Biological Efficiency.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de la cepa CP-50 de *Pleurotus ostreatus* en residuos de bagazo de café deshidratado (*Coffea arabica*) en contraste con otros sustratos agrícolas del Municipio de Tetela de Ocampo- Puebla. El bagazo de café fue colectado en la zona de Cuahutempan, Puebla-México, y los demás sustratos agrícolas como paja de trigo (*Triticum aestivum*), paja de cebada (*Hordeum vulgare*), pajilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y rastrojo de maíz (*Zea mays*) se adquirieron en la región de Tetela de Ocampo, Puebla, México, para la obtención de fructificaciones en condiciones rurales. La cepa CP-50 demostró un adecuado crecimiento de aéreas miceliales sobre el sustrato de bagazo de café deshidratado con una tasa de producción de $1,5 \pm 0,2$ %. La mayor eficiencia biológica (EB) se obtuvo en el sustrato paja de trigo, con $119,24 \pm 7,1$ %, el sustrato de bagazo de café deshidratado con $109,03 \pm 0,4$ % y el rastrojo de maíz obtuvo la EB más baja de $77,47 \pm 0,2$ %.

¹ Profesor-Investigador, Centro de Agroecología (CENAGRO-BUAP) biol.ora@hotmail.com

² Profesor-Investigador, Escuela de Ingeniería Agroforestal-BUAP

³ Profesor-Investigador, Facultad de Ciencias Químicas-BUAP

⁴ Alumno, Escuela de Ingeniería Agroforestal-BUAP

Los resultados demostraron la factibilidad de cultivar la cepa CP-50 de *Pleurotostreatus* bajo condiciones rústicas en la sierra norte del estado de Puebla, al aprovechar los residuos de la cosecha de café de las regiones aledañas del municipio. Esto representa una oportunidad para desarrollar la producción del hongo seta, con una mínima inversión, lo que puede tener un impacto significativo como agronegocio al aprovechar los residuos de la producción de café cuya superficie cosechada asciende a más de 700 mil hectáreas en el país.

Palabras clave: Sustrato, Bagazo de Café, CP-50, *Pleurotostreatus*, Eficiencia Biológica.

INTRODUCCIÓN

En México, en los últimos años la tecnología de producción de hongos comestibles tiene una importancia relevante para la alimentación de la población rural mexicana, ya que los hongos comestibles forman una estrategia de subsistencia basada en el aprovechamiento de los recursos naturales (Aguilar *et al.*, 2002). El objetivo principal de los productores e investigadores de hongos comestibles es incrementar la producción en una superficie destinada a esta actividad, en un periodo de tiempo corto, con el uso de cepas altamente productivas.

La producción de *Pleurotostreatus* que es un hongo comestible, se ha realizado a pequeña escala, debido a que la tecnología no es conocida por la gran mayoría de productores. La tecnología empleada hasta ahora por los pequeños y medianos productores está basada en el manejo incorrecto de información, generando pérdidas económicas a los productores de hongos comestibles en las comunidades rurales (Martínez *et al.*, 2000). La tecnología aplicada al cultivo de hongos comestibles permite obtener grandes producciones en relativamente poco espacio, tiene una amplia aceptación a nivel urbana y rural por sus propiedades alimenticias, ya que el hongo seta representa un alimento con 350 calorías comparado con la carne roja que solo contiene 150 calorías o el pescado que contiene 101. El hongo seta utiliza los subproductos agrícolas, como el sustrato que es reciclado para ser utilizado como abono orgánico; además, puede contribuir a arraigar la mano de obra en sus propias localidades (Chang y Miles, 2004). La población rural conoce este hongo con los nombres de “hongo seta”, “hongo del maguey”, “hongo blanco”, “hongo del rastrojo” y “hongo de la pulpa de café” (Guzmán G. 1997).

A nivel comercial se han obtenido sus fructificaciones en paja de cebada, paja de trigo y pulpa de café (Guzmán *et al.*, 1993), pero a nivel rural no se tiene antecedentes del cultivo de esta especie en bagazo de café deshidratado. Entre los sustratos disponibles para el cultivo de *P. ostreatus* en el país, se encuentran los residuos generados del cultivo de café (*Coffea arabica*) como pulpa ó el bagazo deshidratado, ya que al no tener usos alternativos, se acumulan periódicamente en cantidades considerables en las plantaciones cafetaleras, con la finalidad de permitir su lenta degradación natural y la subsecuente incorporación de nutrientes al suelo. Actualmente más de 700 000 hectáreas del territorio nacional están dedicadas al cultivo de café, que representan el 9.1% de la superficie con cafetales en el país. Puebla ocupa el cuarto lugar en producción de café con 30,973 productores en 62,649 hectáreas, ubicados mayormente en la sierra norte del estado, con una producción de 5.5 toneladas por hectárea a una altitud de 1400 msnm (SIAP, 1998-2001).

La estrategia propuesta en esta investigación representa el potencial para el cultivo de *P. ostreatus*, mediante la utilización de subproductos de las regiones de la sierra norte del estado de Puebla como son: trigo, maíz, cebada, frijol y bagazo de café deshidratado, de aquí la importancia de esta alternativa de producción para el medio rural, ya que la biotecnología de hongos comestibles se vislumbra como una opción para la producción de alimentos de alto

valor calórico en la sierra norte del estado de Puebla, al aprovechar los residuos de la cosecha de café de las regiones aledañas del municipio rural, además de contribuir a resolver problemas colaterales como la migración y la contaminación ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la Escuela de Ingeniería Agroforestal, de la Unidad Académica Regional Tetela de Ocampo Puebla de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, específicamente en la Planta Experimental de Investigación en Producción de Setas Comestibles.

Cepas y sustratos

La cepa (CP-50) de *P. ostreatus*(Jacq.ex Fr.) Kumm., empleada en el estudio proviene del Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Postgraduados y está depositada en el Cepario de Hongos Comestibles del Campus Puebla-México. La cepa es mantenida en un medio compuesto de agar de dextrosa y papa (PDA) marca Bioxon, a temperatura ambiente (Sobalet *et al.*, 2007).

El bagazo de café deshidratado (*Coffea arabica*) fue colectado en la zona de Cuautempan, Puebla, México. Los demás sustratos agrícolas: paja de trigo (*Triticum aestivum*L.), paja de cebada (*Hordeum vulgare*L.), pajilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*L.) y rastrojo de maíz (*Zea mays*L.) se adquirieron en la región de Tetela de Ocampo, Puebla, México. En el laboratorio, los materiales se fragmentaron mecánicamente en porciones de 1 a 3 cm de longitud y se deshidrataron en horno (50°C) hasta alcanzar peso constante (Buswelle *et al.*, 1993).

Producción de fructificaciones de la cepa CP-50 de *P. ostreatus*.

La evaluación de la producción de fructificaciones se realizó en la Planta Experimental de Investigación en Producción de Setas Comestibles en la comunidad de Benito Juárez, población del municipio de Tetela de Ocampo, que se localiza en la Sierra Norte del Estado de Puebla, cuyos límites geográficos son: 19° 43' 00" y 19° 57' 06" de latitud norte y 97° 38' 42" y 97° 54' 06" de longitud Oeste. Sus colindancias son al Norte con Cuautempan y Tepetzintla, al Sur con Ixtacamaxitlán, al Oeste con Xochiapulco y Zautla, y al Oriente con Aquixtla, Zcatlán e Ixtacamaxitlán (Enciclopedia de los municipios de Puebla 2006).

El inóculo se preparó con semilla de trigo (*Triticum aestivum*L.), el tratamiento consistió en hervir 500 g de trigo durante 20 min en 5 l de agua, y se dejó reposar durante 30 min. Posteriormente se escurrió en un recipiente de plástico con capacidad de 10 kg durante 60 min; se le adicionó la cantidad de 5 g de cal y 20 g de yeso y se homogenizó junto con el trigo. Posteriormente se colocaron 500 g de trigo en frascos con capacidad de 700 g y se esterilizó durante 60 min a 121°C. Cuando los frascos se enfriaron, se inocularon con 0,25 cm² de agar colonizado de la cepa CP-50 de *P. ostreatus* dentro de la campana de flujo laminar (VECCO, MÉXICO) y se incubaron a temperatura ambiente durante 25 días (Valencia del Toro *et al.*, 2003). Para la siembra de la cepa, los sustratos fueron pasteurizados en agua caliente a 80°C/1 h., transcurrido el tiempo de pasteurización, los sustratos se transportaron al área de siembra para permitir su enfriamiento y el escurrimiento del exceso de humedad alrededor de 30 min. Posteriormente se procedió a la siembra; se prepararon bolsas de plástico de 6 kg (peso húmedo) de cada sustrato, cultivadas homogéneamente con la "semilla" previamente preparada en una relación 1:10. Las muestras sembradas se incubaron a temperatura ambiente (26±2°C), cuando el micelio del hongo colonizó completamente los sustratos, y mostró la repeticiones por cada tratamiento evaluado, el periodo de producción osciló entre 62 a 83 días

aparición de primordios. Las bolsas se trasladaron al cuarto de fructificación donde se propiciaron condiciones apropiadas de humedad (70-80%), temperatura (26°-28°C), luz diurna indirecta, y aeración (extracción de aire por 1 h, cada 8 h), en total se prepararon 4 (Romero, 2010).

Se evaluó y describió la eficiencia biológica (EB = gramos de hongos frescos/100 g de sustrato seco) [Salmones *et al.*, 1997] y la tasa de producción (TP = EB/tiempo transcurrido desde la inoculación hasta la última cosecha (Reyes *et al.*, 2004). Para obtener la tasa de biodegradación (TB= [peso seco del sustrato inicial – peso seco del sustrato final / peso seco del sustrato inicial] *100), la productividad se expresó en términos de gramos de hongos frescos por el número de cosechas totales (Stamets, 1993). Los datos obtenidos se procesaron en el programa estadístico SPSS Statistics versión 17 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows, efectuando un análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$) para determinar las diferencias entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gráfica I. Comparación de sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus* en el periodo comprendido del 01-05-08 al 01-08-08 en Tetela de Ocampo, Puebla-México.

El análisis comparativo de medias entre los sustratos, mostró de manera general que la mejor producción de hongo seta se estableció en los sustratos de paja de trigo, paja de cebada y bagazo de café deshidratado (**Figura 1**), en comparación con los demás sustratos agrícolas.

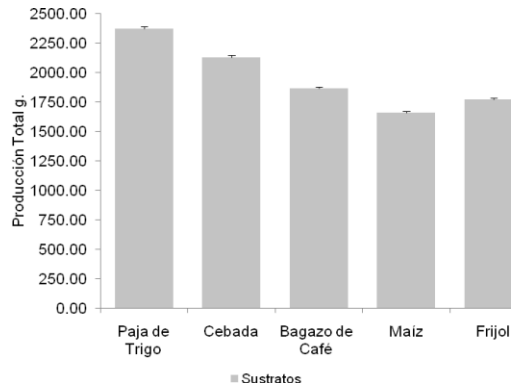


Figura I. Producción de *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos de residuos agrícolas y bagazo de café deshidratado

El periodo de producción total más corto fue de 62 días en el sustrato de paja de trigo, en cebada fue de 68 días, en el sustrato de bagazo de café deshidratado fue de 71 días, en la pajilla de frijol 72 días y el mayor periodo de producción lo obtuvo el rastrojo de maíz con 83 días, con un total de 3 cosechas por sustrato, donde la tasa de producción (TP) del bagazo de café deshidratado fue mayor a los sustratos de rastrojo de maíz y pajilla de frijol ver **Figura II**. Se observó una diferencia en la TP, los valores más altos se obtuvieron en el sustrato paja de trigo (1.92 %), seguido por cebada (1.65 %), bagazo de café deshidratado (1.54%), pajilla de frijol (1.28 %) y el menor, en maíz (0.93 %) ver (**Tabla 1**). Los valores de TP son superiores a los obtenidos por Pérez-Merlo y Mata (2005), quienes citan una TP entre 0,63 y 1,13%, al inocular 19 cepas de *Pleurotus* spp., en viruta de pino y paja de cebada, una TP alta indica una elevada EB en un ciclo corto de producción, desde la inoculación hasta la última cosecha.

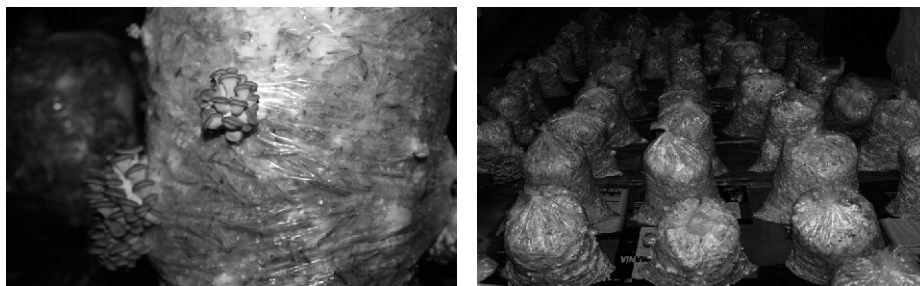


Figura II. Comparación de sustratos para la producción de *Pleurotostreatus* en condiciones de rusticidad en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla-México.

Al comparar la producción de hongos con el contenido de proteína cruda, se observó que la PT más alta (9510.44g.) se produjo en el sustrato con mayor contenido de proteínas. Rajarathnam y Bano (1989) determinaron que el contenido de proteína en paja de arroz disminuyó un 53,0%, después de la fructificación de *P. djamor*, esta reducción se debe a que el nitrógeno del sustrato es utilizado en la formación de cuerpos fructíferos. Para un mejor aprovechamiento de los subproductos agrícolas, *Pleurotostreatus* requiere de 17 elementos, entre los cuales, los más relevantes son: nitrógeno, 1% del peso del sustrato húmedo; fósforo, potasio, azufre y magnesio; además, requiere en proporciones menores calcio, hierro, zinc, cobre, molibdeno, y manganeso, la diferencia entre estos componentes esenciales en el cultivo de hongos comestibles se refleja directamente proporcional entre las producción total en los diferentes sustratos aquí empleados (Arenas 1992).

Tabla I. Tasa de Producción de la cepa CP-50 de *Pleurotostreatus* del bagazo de café deshidratado en comparación de otros esquilmos agrícolas, en Tetela de Ocampo, Puebla, México.

T/P	SISTRATOS				
	Paja de Trigo	Cebada	bagazo de café deshidratado	Maíz	Frijol
1er. Cosecha	1188.80 g.	1065.99 g.	932.87 g.	828.95 g.	886.65 g.
2da. Cosecha	713.28 g.	639.60 g.	559.72 g.	497.37 g.	531.99 g.
3er. Cosecha	475.52 g.	426.40 g.	373.15 g.	331.58 g.	354.66 g.
Tasa de Producción	1.92%	1.65%	1.54%	0.93%	1.28%

La eficiencia biológica (EB) promedio de la cepa CP-50 de *P. ostreatus* en el sustrato de paja de trigo fue de 119,24±91%, en el sustrato de paja de cebada 112,21±1,4%, en el tratamiento de bagazo de café deshidratado se obtuvo de 109,30±2,7%, cabe señalar que la calidad de las fructificaciones en estos tratamientos son idénticas en comparación con los demás sustratos que obtuvieron menores cuerpos fructíferos y bajas eficiencias biológicas, en el sustrato de paja de frijol alcanzó una eficiencia biológica de 92,21±0,4% y en el rastrojo de maíz fue de 77,47±1,1%, otra característica apreciable en este trabajo de investigación, es el tiempo de biodegradación (TB) el cual indicó que la CP-50 de *P. ostreatus* es capaz de convertir hasta un 55.41 % del sustrato en alimento para consumo humano, sobre todo en el bagazo de café deshidratado que fue la (TB) más alta en comparación al sustrato maíz con 41,15% que se reportó como el menor tiempo de biodegradación (**Tabla II**).

Tabla II. Eficiencia biológica (EB), tasa de producción (PT) y tasa de biodegradación (TB) de la CP-50 de *Pleurotostreatus* de bagazo de café deshidratado en comparación de otros esquilmos agrícolas.

Sustratos	Producción Total (gr)	Eficiencia Biológica (%)	*	Tiempo de biodegradación (%)
Paja de Trigo	9510.44	119.24	a	56.73
Cebada	8527.95	112.21	ab	53.27
Bagazo de café deshidratado	7462.96	109.3	b	55.41
Maíz	6631.62	77.47	c	41.15
Frijol	7093.18	92.21	d	51.54

* Letras diferentes en columna significa diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos con la prueba de Tukey a 0.05.

Danciáng C., en 1986 estudió la productividad de *P. ostreatus* en paja de arroz y en aserrín de madera y encontró que el primer sustrato produce un mayor número de carpóforos y de diámetro mayor que el aserrín, La diferencia en la productividad de estos sustratos puede deberse a las diferencias de proteína cruda y de grasa, 15,10% y 0,35% para la paja de arroz, contra 3,2% y 0,14% para el aserrín, respectivamente. Los sustratos utilizados en este experimento presentan diferencias en estos componentes, así la paja de trigo presenta una concentración de proteína cruda y de grasa de 15,10% y 0,35% para cebada de 19,44% y 8,61% para el bagazo de café deshidratado presenta una proteína cruda de 7,39%; grasa, 1,06%, para maíz de 4,92% y 5,55% y frijol con 9,43% y 4,30%. Los valores de producción obtenidos en el presente trabajo, indican que bagazo de café deshidratado tiene un alto potencial como fuente lignocelulósica para la producción de *Pleurotusspp.*, su EB se encuentra entre los valores más altos registrados en sustratos como la paja de trigo y cebada en el cultivo de este hongo.

Mora y Martínez Carrera (2007), encontraron eficiencias biológicas de 39 a 162 en sustrato de paja de trigo con cepas comerciales *Pleurotusspp.*, en valores superiores a los obtenidos en este trabajo (119,24±91%). Similarmente, Salmones *et al.*, (1997) reportaron de 75,6 a 168% con 19 cepas de *Pleurotusspp.*, en un sustrato de paja de cebada, Martínez Carrera *et al.*, (1993) de 97,3%, Soto Velasco *et al.*, (1989) de 96,4% en bagazo de maguey con paja de trigo, y De León *et al.*, (1988) de 140%. Otros autores citan en sustratos similares eficiencias biológicas de 8,4 a 28,3% en paja de arroz (Mata y Gaitán 1995, Tschierpe y Hartman 1977, Burgos 1995).

López Cobáet *al.*, (2005) citan en sustrato de rastrojo de maíz eficiencias biológicas de 98% superiores a lo que se obtuvo en este trabajo que fueron de 77,47±1,1%. Sobalet *al.*, (1993) cita en sustrato de pajilla de frijol eficiencias biológicas de 38% inferiores a lo que se obtuvo en este trabajo que fueron de 92,21±0,4%. En el caso del sustrato de bagazo de café deshidratado (Velázquez-Cedeño, 2002) cita en sustrato de pulpa de café eficiencias biológicas de 138% superiores a lo que se obtuvo en este trabajo.

Los sustratos utilizados en este experimento presentan una composición química diferente; estas diferencias hacen que la capacidad productiva de la cepa 50 de *P. ostreatus* obtenga mayores rendimientos en sustratos ricos en minerales como es el caso de trigo que presenta una concentración de 0,30% de nitrógeno, 0,85% de fósforo, 41,89% de carbono y 2,81% de

cenizas por cada 100 g de sustrato seco (Olavarria, 2000), para la cebada se han reportado valores de 0,40% de nitrógeno, 0,11% de fosforo, 26,34% de carbono y 1,7% de cenizas por cada 100 g de sustrato seco (Murillo, 1974), en bagazo de café deshidratado contiene 51.1 % de extracto libre de nitrógeno, 0,25% de fosforo, 89.2% de materia seca y 8.7% de cenizas por cada 100 g sustrato seco (Fox, 1989), en el caso de Maíz 0,25% nitrógeno, 0,09% de fósforo, 51,04% de carbono y 13,58% de cenizas por cada 100 g de sustrato seco (Yumi y Duchi 2007) y el frijol contiene 0,31% nitrógeno, 0,15% de fósforo, 31,5% de carbono y 3,5% de cenizas por cada 100 g de sustrato seco (Ferreiro, 1990). Cabe aclarar que las cifras presentadas anteriormente son valores promedio de series de amplia variación. Por ejemplo, la proteína en la fibra de cebada varía de 3,9 a 8,7%, en la de trigo de 2,4 a 5,8%, en el rastrojo de maíz de 2,0 a 7,1%, en bagazo de café deshidratado de 13.7 a 25.2 % y en la pajilla de frijol de 6,0 a 7,9%.

La variación proviene principalmente del tipo de planta, aunque también son importantes otros factores como la variedad, el grado de madurez, el manejo, la fertilidad del suelo, la época de siembra, la ocurrencia de heladas, etc., que influyen en el desarrollo en general de las plantas y en consecuencia en la constitución nutrimental de ellas en un momento dado.

Los resultados obtenidos muestran que la producción de hongo seta es posible mediante la utilización del bagazo de café deshidratado, ya que su eficiencia biológica es similar a la de la paja de cebada, pero con un costo mucho menor puesto que actualmente es un residuo sin valor en la mayoría de los beneficios del café.

Esto representa una buena oportunidad para desarrollar un agronegocio con el uso de los residuos del café, ya que éstos son considerables puesto que el área de cultivo de café es superior a las 500 mil hectáreas en el país.

CONCLUSIÓN

La cepa CP-50 de *Pleurotus ostreatus* obtuvo un adecuado desarrollo en el sustrato de bagazo de café deshidratado al no presentar diferencia significativa con el sustrato de paja de cebada, ya que este sustrato, es el más usado para el cultivo de hongo seta por su alto grado de producción en las comunidades rurales, en contraste con los 2 sustratos de bajo rendimiento como son el rastrojo de maíz y de frijol, donde el bagazo de café deshidratado marco diferencias significativas en la producción. Por otra parte, respecto a estos 2 últimos, las condiciones rústicas de la planta local no afectaron el cultivo de hongo seta, que puede ser una alternativa de aprovechamiento de los residuos de la cosecha de café de las regiones cercanas al municipio de Tetela de Ocampo.

La importancia de utilizar como sustrato el bagazo de café deshidratado (*Coffea arabica*) en la producción rural de hongos comestibles con cepas altamente productivas, en este caso la CP-50 de *P. ostreatus*, es para mejorar y optimizar los medios económicos de los productores al no adquirir como sustrato la paja de trigo o la cebada ya que estos tipos de materiales tienen un valor comercial más alto en el mercado, además que la pulpa de café (*Coffea arabica*) con un adecuado manejo tienen buenos rendimientos para la producción de hongos comestibles.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Vicerrectora de Docencia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por el apoyo financiero a este proyecto de investigación.

LITERATURA CITADA

1. Aguilar, A., D. Martínez-Carrera, A. Macias, M. Sánchez, L.I. de Bauer, A. Martínez, 2002. Fundamental trends in rural mushroom cultivation in Mexico and their significance for rural development. *In*: Sánchez, J.E., G. Huerta, E. Montiel (eds.), *Mushroom biology and mushroom products*, Proc. 4th Intern. Conf. Cuernavaca, México, pp. 421-431.
2. Arenas, M.D. 1992. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de *Pleurotostreatus*. 64p.: il. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía.
3. Burgos, D. 1995. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus djamor* en bagazo de henequén fermentado en forma comparativa con *Pleurotostreatus*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán.
4. Buswell, A.J., Y.J. Cai, S.T. Chang, 1993. Fungal-and substrate-associated factors affecting the ability of individual mushroom species to utilize different lignocellulosic growth substrates. *In*: Chang, S.T., J. A. Buswell, S. W. Chiu (eds.), *Mushroom biology and mushroom products*. The Chinese University Press, Hong Kong. pp. 141-150.
5. Chang, S.T., P.G. Miles, 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact*. CRC Press. Boca Raton.
6. Danciang, C. 1986. Culture of oyster mushroom (*Pleurotostreatus* Florida) on five farms wastes at different levels of ammonium sulfate [Philippines]. CLSU [Central Luzon State University]. *Scientific Journal*. (Philippines). Vol.6, No.1, p.64.
7. De León, R; G. Guzmán y D. Martínez-Carrera. 1988. Planta productora de hongos comestibles (*Pleurotostreatus*) en Guatemala. *Revista Mexicana de Micología*. 4:297-301.
8. Enciclopedia de los municipios de Puebla 2006.
9. Ferreiro, H. M., 1990. Utilización de subproductos agrícolas en la alimentación animal. Morelia, Michoacán.
10. Fox, R. L. 1989. Banana. En *Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperate Crops*. D.L. Plucknett y H.B. Sprague (Ed.). WestviewPress. Colorado, pp. 337-354.
11. Guzmán, G., 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. Instituto de Ecología. Xalapa, pp. 111,117.
12. 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. IPN. México D.F., 245 Pp.
13. López Cobá, E., L. Ancona Méndez y S. Medina Peralta. 2005. Cultivo de *Pleurotus djamor* en condiciones de laboratorio y en una casa rural tropical. *Revista Mexicana de Micología*. 21: 93-97.

14. Martínez-Carrera, D., A. Larqué-Saavedra, P. Morales, M. Sobal, W. Martínez & A. Aguilar, 1993. Los hongos comestibles en México: biotecnología de su reproducción. *Ciencia y Desarrollo* (CONACYT) 108: 41-49.
15. Martínez-Carrera, D., A. Larqué, M. Aliphath, A. Aguilar, M. Bonilla & W. Martínez, 2000. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias CONACYT, México, D.F. Pp.193-207. ISBN968-7428-11-2.
16. Mata, G., R. Gaitán-Hernández, 1995. Cultivo de *Pleurotus* en hojas de caña de azúcar. *Revista Mexicana de Micología*. 11: 17-22.
17. Mora, V. & D. Martínez-Carrera, 2007. Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas (*Pleurotus*) en México. Capítulo 1.1, 17 pp. In: El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp., en México. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F. 230 pp. ISBN 978-970-9712-40-7.b.
18. Murillo, B. 1974. Composición química y fraccionamiento de los componentes celulares de la pulpa de café ensilada con aditivos. Informe final. Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales. CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 40.
19. Olavarria, G. 2000. Caracterización enzimática cualitativa de cepas fúngicas de un suelo trumao y determinación mediante parámetros químicos de su capacidad para biodegradar paja de trigo. Tesis de Licenciado en Ciencias Agrarias. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
20. Pérez-Merlo, R., G. Mata, 2005. Cultivo y selección de cepas de *Pleurotostreatus* y *P. pulmonarius* en viruta de pino: obtención de nuevas cepas y evaluación de su producción. *Revista Mexicana de Micología* 20: 53-59.
21. Rajarathnam, S., Z. Bano, 1989. *Pleurotus* Mushrooms. Part III. Biotransformation of natural lignocellulosic wastes: comercial applications and implications. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 28: 31-113.
22. Reyes, G. R., A.E. Abella, F. Eguchi, T. Iijima, M. Higaki, T.H. Quimio, 2004. Growing paddy straw mushroom. In: Mushroom grower's handbook 1; Oyster mushroom cultivation. *MushroomWorld*. Seoul, pp 262-269.
23. Romero A, O. Tello S, I. Huerta L, M. Damián H, M. A. García E, A. Parraguirre L, C. Hernández T, I. Macias L, A. y Juárez H, J. 2010. Preparation of inoculum of *Pleurotostreatus* in laminar flow hood rustic. *Scientific Research and Essays* 5(24): 3945-3949.
24. 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.

25. Sobal, M., P. Morales y D. Martínez-Carrera. 1993. Utilización de los rastrojos de haba y frijol como substratos para el cultivo de *Pleurotus*. *Micología neotropical aplicada* 6: 137-141.
26. Sobal, M., P. Morales, M. Bonilla, G. Huerta & D. Martínez-Carrera. 2007. El Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Postgraduados. Capítulo 2.1, 14 pp. In: El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp., en México. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F. ISBN 978-970-9712-40-7.
27. Stamets, P., 1993. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten Speed Press. Hong Kong, pp. 43-350.
28. Tschierpe, H.J., K. Hartman, 1977. A comparison of different growing methods. *Mushrooms Journal* 60: 404-416.
29. Terán, S., C. Rasmussen, 1994. La milpa de los mayas. La agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán. DANIDA, México.
30. Yumi, S. y Duchi, N. 2007. Digestibilidad in vivo de rastrojo de maíz (*Zea mays*) tratado con urea y melaza en ovinos. *Ecociencia* (Ecuador) 1,1(1):49-54.
31. Velázquez-Cedeño, M.A., G. Mata, J.M. Savoie, 2002. Waste-reducing of *Pleurotostreatus* and *Pleurotuspulmonarius* on coffee pulp, changes in the production of some lignocellulolytic enzymes. *WorldJournal of Microbiology and Biotechnology* 18: 201-207.
32. Valencia del Toro G., Garín M., Jiménez j., leal- Lara H. 2003. Producción de cepas coloridas de *Pleurotus* spp., en sustrato estéril y pasteurizado. *Revista Mexicana de Micología* 17:1-5.

***(Artículo recibido para su publicación el día 12 de abril del 2012, y aceptado para su publicación el 15 de septiembre del 2012)**