



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecosistemas
e Agricultura Orgânica



Producción de *Pleurotus ostreatus* con alfalfa como suplemento en diferentes sustratos agrícolas

*Production of *Pleurotus ostreatus* using alfalfa as a supplement in different agricultural substrates*

PORTILLA, Alejandro¹; VALENCIA, Ángeles²; ROMERO, Omar³; RIVERA, José⁴; HERNÁNDEZ, Miguel⁵

¹Posgrado en Manejo Sostenible de Agroecosistemas BUAP, alex-20225@hotmail.com;

²Centro de Agroecología (CENAGRO-BUAP), mavi1179@outlook.es; ³Centro de Agroecología (CENAGRO-BUAP), biol.ora@hotmail.com; ⁴Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas del Instituto de Ciencias (BUAP): jart70@yahoo.com;

⁵Dpto. de Investigación en Zeolitas (CENAGRO-BUAP), vaga1957@gmail.com

Tema Generador: Manejo de Agroecosistemas y Producción Orgánica

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo suplementar con distintas proporciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) deshidratada los diferentes sustratos agrícolas más utilizados en la producción de hongo seta provenientes del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla-México. Se estudiaron 12 tratamientos y un testigo por cada sustrato agrícola empleado, con 5 repeticiones experimentales, en un diseño experimental de bloques al azar con un total de 85 unidades de producción. La mejor combinación para la producción de hongo seta la paja de trigo suplementada con 3 kg de alfalfa deshidratada con 17,940 g, el tratamiento que obtuvo la producción más baja fue "Alfalfa deshidratada" con un peso de 3,512.50 g. La menor eficiencia biológica (EB) es el residuo paja de frijol sin suplementar con 46.84%, el sustrato más abundante es "rastreo de maíz" y tuvo un incremento de su (EB) de 64.30 al 120.91% con un suplemento de 3 kg de alfalfa y una tasa de biodegradación de 64%. La utilización de alfalfa como suplemento en los sustratos aumenta la producción en condiciones controladas.

Palabras claves: Eficiencia biológica; producción total; hongo seta; sustrato; tasa de biodegradación.

Abstract

The objective of the present investigation was to supplement with different ratios of alfalfa (*Medicago sativa* L.) dehydrated the different agricultural substrates most used in the production of oyster mushroom from the Municipality of Tetela de Ocampo, Puebla-Mexico. We studied 12 treatments and one control for each agricultural substrate used, with 5 experimental replicates, in an experimental design of random blocks with a total of 85 production units. The best combination for the production of oyster mushroom wheat straw supplemented with 3 kg of dehydrated alfalfa with 17.940 g, the treatment that obtained the lowest production was "Alfalfa dehydrated" with a weight of 3,512.50 g. The lowest biological efficiency (EB) is the unsupported bean straw residue with 46.84%, the most abundant substrate is "corn stubble" and had an increase of its (EB) of 64.30 to 120.91% with a supplement of 3 kg of Alfalfa and a biodegradation rate of 64%. The use of alfalfa as a supplement in substrates increases production under controlled conditions.

Key words: Biological efficiency; total production; oyster mushroom; substrate and biodegradation rate.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



INTRODUCCIÓN

Actualmente, la producción mundial de hongos comestibles supera los 7 millones de toneladas de hongos frescos por año, cuyo valor económico aproximado supera los 30 billones de dólares, observándose una creciente demanda en Europa, Norteamérica y Japón (Martínez et al., 2007). Los hongos setas (*Pleurotus*) se producen cerca del 1 millón de toneladas (Chang, 1999; Chang y Miles, 2004; Romero, 2010). Actualmente, la producción de hongos comestibles ha evolucionado a tal grado que México es el principal productor en Latinoamérica y el vigésimo tercero a nivel mundial (Martínez et al., 2010). Por tanto, se hace necesario utilizar nuevas tecnologías para aprovechar los subproductos agrícolas en el cultivo de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*), en este sentido la producción de hongos comestibles representa una actividad económica para producir un alimento rico en nutrientes a bajos costos de producción en las regiones rurales (López-Rodríguez et al., 2008; Romero et al., 2010; Kholoud et al., 2014). La estrategia propuesta en esta investigación representa el potencial para el cultivo de la cepa CP-50 de *P. ostreatus*, utilizando residuos de las regiones de la Sierra Norte del Estado de Puebla, **México** como son: trigo, maíz, cebada y frijol, complementados con diferentes concentraciones de alfalfa deshidratada, aumentando la cantidad de proteína cruda y materia seca de los subproductos agrícolas, incrementando la eficiencia biológica en los sustratos de bajo rendimiento, además de ser amigable con el ambiente para la producción de hongo seta.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se realizó en la Planta Experimental de Investigación en Producción de Setas Comestibles del Centro de Agroecología, perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla-México.

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) a temperatura ambiente (Sobal et al., 2007; Romero, 2010). Para la siembra de la cepa CP-50 se utilizaron diversos esquilmos agrícolas como fueron: paja de trigo (*Triticum aestivum* L.), paja de cebada (*Hordeum vulgare* L.), pajilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) y alfalfa deshidratada



(*Medicago sativa* L.), que se adquirieron en 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 (Buswell et al., 1993). Los sustratos fueron pasteurizados en agua caliente a 90 °C por 2 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 minutos. Se procedió a la siembra, preparando bolsas de plástico de 6 Kg (peso húmedo) de cada sustrato, las cuales se dividieron en bloques de 5 bolsas, cada bloque contenía diferente concentración de alfalfa deshidratada, desde 2.0, 2.5 y 3.0 kg por tratamiento de unidad de producción (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos evaluados, así como su respectiva descripción y código para su identificación.

TRATAMIENTO	CODIGO	DESCRIPCIÓN
T1	PT	Grupo Testigo (6 kg) sustrato
	PC	
	RM	
	PF	
	Al	
T2	PT-2 Al	Paja de trigo complementado con 2.0 kg de alfalfa
	PC-2 Al	Paja de cebada complementado con 2.0 kg de alfalfa
	PF-2 Al	Pajilla de frijol complementado con 2.0 kg de alfalfa
	RM-2 Al	Rastrojo de maíz complementado con 2.0 kg de alfalfa
T3	PT-2.5 Al	Paja de trigo complementado con 2.5 kg de alfalfa
	PC-2.5 Al	Paja de cebada complementado con 2.5 kg de alfalfa
	PF-2.5 Al	Pajilla de frijol complementado con 2.5 kg de alfalfa
	RM-2.5 Al	Rastrojo de maíz complementado con 2.5 kg de alfalfa
T4	PT-3 Al	Paja de trigo complementado con 3.0 kg de alfalfa
	PC-3 Al	Paja de cebada complementado con 3.0 kg de alfalfa
	PF-3 Al	Pajilla de frijol complementado con 3.0 kg de alfalfa
	RM-3 Al	Rastrojo de maíz complementado con 3.0 kg de alfalfa

PT= Trigo, PC= Cebada, RM= Maíz PF= Frijol, Al= Alfalfa



Las bolsas se sembraron homogéneamente con la “semilla” previamente preparada en una relación 1:10. Las muestras sembradas se incubaron a temperatura ambiente ($26\pm 2^{\circ}\text{C}$), **cuando el micelio del hongo colonizo** completamente los sustratos y mostró la aparición de primordios, las bolsas se trasladaron al cuarto de fructificación, donde se propiciaron condiciones apropiadas de humedad (70-80%), temperatura (18° - 25°C), luz diurna indirecta y aeración (extracción de aire por 1 h, cada 8 h), en total se prepararon 12 tratamientos con 5 repeticiones por cada uno y 5 grupos control (Garzón et al., 2008; Romero et al., 2010).

Los datos de producción que se registraron: peso fresco y número de hongos colectados por cosecha. Se evaluó la eficiencia biológica ($\text{EB} = \text{gramos de hongos frescos}/100 \text{ g de sustrato seco}$) (Salmones et al., 1997) y la tasa de producción ($\text{TP} = \text{EB}/\text{tiempo transcurrido desde la inoculación hasta la última cosecha}$). La tasa de biodegradación ($\text{TB} = [\text{peso seco del sustrato inicial} - \text{peso seco del sustrato final} / \text{peso seco del sustrato inicial}] * 100$), la productividad se expresó en términos de gramos de hongos frescos por ciclo de producción (Romero et al., 2010). Se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics versión 17 (Statistical Package for the Social Sciences), los datos obtenidos se procesaron con el análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha=0,05$) **para determinar las diferencias entre tratamientos.**

Resultados y discusión

P. ostreatus es un hongo que coloniza fácilmente varios residuos agrícolas como sustratos y, es capaz de degradar y convertir compuestos lignocelulósicos en proteína (Mamiro y Mamiro, 2011). La producción de la cepa CP-50 de *P. ostreatus* en los tratamientos evaluados duró 121 días. Cedano *et al.* (1993), reportaron que *Pleurotus* spp., inició la fructificación después de 31 días hasta los 60 días de incubación; la cepa evaluada de *P. ostreatus* presentó su primera fructificación entre los 38 días en la mayoría de los tratamientos, hasta los 73 días de producción, se concuerda con los valores reportados por Cedano *et al.* (1993). En cuanto al período de cosecha (semanas) Mora (2004), reportó un período de cosecha de 5 semanas, utilizando la cepa (HEMIM-50) sobre paja de trigo; El período de cosecha para CP-50 fue entre 6 y 7 semanas; mientras, el ciclo de cultivo de la cepa CP-50 se encontraron valores que oscilan entre los 100 y 121 días (38 días de colonización + 45 días de fructificación). Para cuantificar el peso fresco de los carpóforos producidos, se realizaron 3 cosechas en un lapso de 45 días de fructificación. El mayor rendimiento en peso fresco fue en la primera cosecha. En promedio, la primera cosecha obtuvo entre 46 al 60 %, en el segundo



corte se obtuvo del 15 al 36 % y por último se obtuvo del 8 al 26 % de la producción total obtenida. La mayor producción en peso fresco se logró con el tratamiento “PT-3AI” que corresponde a paja de trigo suplementada con 3 kg de alfalfa deshidratada, con 17,940 g. La producción más baja la registró el tratamiento “Alfalfa deshidratada” con un peso de 3,512.50 g. La producción total en los tratamientos testigos (Figura 1), se observa que el sustrato de paja de trigo es la mayor producción con un total de 12,870 g contando las tres cosechas realizadas, y la menor producción fue alfalfa deshidratada con 3,512.50 g reportándose diferencias altamente significativas con la prueba de rango múltiple de Turkey ($=0.05$).

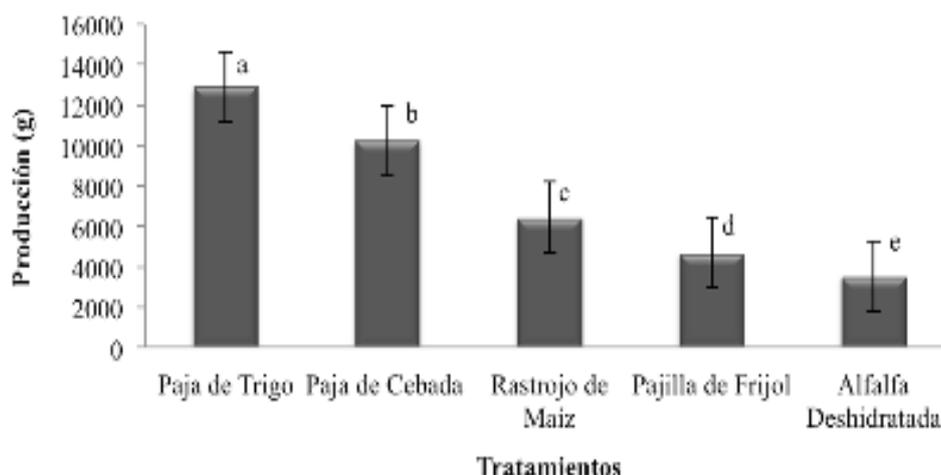


Figura 1. Producción total de *P. ostreatus*.

Martínez *et al.* (2007), encontró eficiencias biológicas de 39 a 162 % en paja de trigo con cepas comerciales de *Pleurotus* spp., la presente investigación, obtuvo valores superiores a los reportados por Martínez *et al.* (2010), el tratamiento “PT-3AI” con (179.40 %), valores inferiores a los de este trabajo de investigación (133.23 %), López *et al.* (2005), cita en sustrato de rastrojo de maíz eficiencias biológicas de 97% superiores a los encontrados en el grupo control “RM y RM-2AI” (91.85 y 114.50 %) en este trabajo, pero inferiores al ser suplementado con alfalfa deshidratada al 2.5 y 3.0 kg, obteniendo eficiencias biológicas de 114.50 y 120.91 %. La menor EB es el residuo pajilla de frijol sin suplementar con alfalfa deshidratada con (46.84 %), al complementar este residuo agrícola con alfalfa deshidratada se puede observar un incremento de la EB hasta un 96 %, superiores al maíz sin suplementar, pero inferiores al grupo testigo “Paja de trigo sin suplementar”. El período de producción total fue de 121 días en los diferentes tratamientos con un total de 3 cosechas por sustrato, donde la tasa de producción (TP) más alta se obtuvo en la paja de trigo suplementada con 3.0 kg de alfalfa deshidratada (1.48 %), la menor (TP) se obtuvo en el tratamiento alfalfa deshidratada con (0.29



%). Se puede observar que el suplemento con alfalfa deshidratada en los diferentes residuos agrícolas, mejora la tasa de producción de la CP-50 de *Pleurotus ostreatus* en condiciones rurales en Tetela de Ocampo, Puebla-México. La tasa de biodegradación (TB) indicó que la CP-50 de *P. ostreatus* es capaz de convertir hasta un 70 % del sustrato en alimento para consumo humano, sobre todo en el sustrato de paja de trigo suplementado al 3.0 kg alfalfa deshidratada, que fue la (TB) más alta en comparación al sustrato alfalfa deshidratada con 32 % y pajilla de frijol con 46 % que se reportaron como los menores tiempo de biodegradación. La temperatura media dentro del área de incubación de las bolsas fue de 22.1 °C (mínima) y de 28.16°C (máxima).

CONCLUSIONES

La utilización de alfalfa deshidratada (*Medicago sativa* L.) como suplemento en los sustratos convencionales, aumenta la eficiencia biológica y la tasa de biodegradación de la cepa CP-50 de *P. ostreatus*, además, obtuvo un excelente desarrollo en el sustrato de rastrojo de maíz suplementado con 2.5 y 3.0kg de alfalfa deshidratada, obteniendo EB hasta 120.91. Por último, la producción de la cepa CP-50 de *P. ostreatus* es un sistema tradicional ecológico que conserva la biodiversidad botánica a través de la utilización de esquilmos suplementados con alfalfa deshidratada de la región, proporcionando empleo y ahorro familiar a través de la venta de sus productos o bien para autoconsumo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Vicerrectora de Docencia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y al CONACyT por el apoyo del financiero a esta investigación.

Referencias bibliográficas

BUSWELL, A.J.; CAI, S.; CHANG, T. *Fungal and substrate associated factors affecting the ability of individual mushroom species to utilize different lignocellulosic growth substrates*. In: S.T. Chang, J.A. Buswell, S.W. Chiu (eds). *Mushroom biology and mushroom products*. The Chinese University Press, Hong Kong. 141-150 pp. 1993.

CHANG, S.T. Global Impact of Edible and Medicinal Mushrooms on Human Welfare in the 21st Century: Nongreen Revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, n. 1, p. 1-7, 1999.

CHANG, S.T; MILES, P. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, environmental impact*. CRC Press, Boca Raton. 2. Ed. Florida. 2004. ISBN 0-8493-1043-1.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



CEDANO, M.; MARTÍNEZ, M.; SOTO, C Y L. GUZMÁN-DÁVALOS. *Pleurotus ostreatorroseus* (Basidiomycotina, Agaricales) in Mexico and its growth in agroindustrial wastes. *Cryptogamic Botany*, v. 3, n. 4, p 297–302,1993.

GARZÓN, G.; LEONARDO, C y ANDRADE, P. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *NOVA*, v. 6, n. 10, p. 101-236, 2008.

KHOLOUD, M.; NAHLA, A.; NADIA, S. Cultivation of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* on date palm leaves mixed with other growastes in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 21, p. 616-625, 2014.

LÓPEZ-RODRÍGUEZ, C. HERNÁNDEZ-CORREDOR, R.; SUÁREZ-FRANCO, C y BORRERO, M. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales. *Universitas Scientiarum*, v. 13, n. 2, p. 128-137, 2008.

LÓPEZ, C.; ANCONA, P.; MEDINA, S. Cultivo de *Pleurotus djamor* en laboratorio y en una casa rural tropical. *Revista Mexicana de Micología*, n. 21, p. 93–97, 2005.

MAMIRO, P; MAMIRO, S. Yield and mushroom size of *Pleurotus ostreatus* grown on rice straw basal substrate mixed and supplemented with various crop residues. *J. Anim. Plant Sci*, n. 10, p. 1211-1218, 2011.

MARTÍNEZ, C. CURVETTO, M.; SOBAL, P.; MORALES, V. y M. MORA. Reseña de “Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI”. *Micología Aplicada Internacional*, v. 22, n. 2, p. 79, 2010.

MARTÍNEZ, C.; Morales, P.; Sobal, M.; Bonilla, M y W. Martínez. *México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción consumo de los hongos comestibles*. D.F, México, Capítulo 6.1, 20 pp. 2007. ISBN 978-970-9712-40-7.

MORA, V. *Estudio comparativo de diferentes cepas comerciales que se cultivan en México de Pleurotus spp.* Tesis de Maestría. D. F. México, UNAM. 2004.

ROMERO, O. *Producción de Pleurotus spp., mediante el aprovechamiento de subproductos agrícolas y generación de autoempleo en el municipio de Tetela de Ocampo-Puebla*. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. México, 85 p. 2010.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



ROMERO, O. HUERTA, M.; DAMIÁN. M.; MACÍAS, A. et al. Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L., cv. Roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. *Agronomía Costarricense*, v. 34, n. 1, p. 53-63, 2010.

SALMONES, D. GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; PÉREZ, R.; GUZMÁN, G. Estudios sobre el género *Pleurotus* VIII, Interacción entre crecimiento micelial y productividad. *Rev. Iberoam Micol*, n. 14, p. 173-176, 1997.

SOBAL, M. MARTÍNEZ-CARRERA, D.; MORALES, P & S. ROUSSOS. Classical characterization of mushroom genetic resources from temperate and tropical regions of Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, v. 19, n. 1, p. 15-23, 2007.