

Cambios en la composición bromatológica del GANVER¹ inoculado con una cepa de *Pleurotus ostreatus*

Luis Escalona Cruz, Isela Ponce Palma, Aliuska Estrada Martínez, Gutberto Solano Silvera, Olga Ricardo Soto y Magalis Cutiño Espinosa

Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov Bayamo, Granma

RESUMEN

Se estudió el efecto de la inoculación de la cepa de *P. ostreatus* (184) sobre la composición del GANVER sin suplementar con urea. Se inocularon bolsas de nailon de 1 kg de GANVER a las que se analizaron después de 35 días los siguientes indicadores, materia orgánica, ceniza, proteína bruta, fibra bruta, y minerales (Ca y P), según técnicas de la AOAC (1985), además, una cinética de la degradación por el hongo de la lignina, celulosa y hemicelulosa a través de un fraccionamiento de fibra según Van Soest y Robertson (1980). Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANAVA, t de Student y Duncan. Existieron variaciones en la composición bromatológica del GANVER después de 35 días de inoculado con *P. ostreatus*. Se observó un incremento significativo ($p < 0.05$) en la ceniza de 31.92 a 50.34 %, una disminución significativa ($p < 0.05$) para la materia orgánica de 68.08 a 49.66 %, la fibra bruta de 22.42 a 11.91 % y el Ca de 4.89 a 3.18 %, el resto de los indicadores no mostraron variaciones significativas. El estudio cinético de la lignina, celulosa y hemicelulosa mostró una disminución significativa ($p < 0.05$) en estos tres indicadores. Además, se observó una colonización completa del sustrato a los 13 días de inoculado y una fructificación a partir de los 16 días.

ABSTRACT

This research studied the effect of the inoculation of *P. ostreatus* Stump (184) over the GANVER composition without addition of urea. 1 kg GANVER nylon bags were inoculated and after 35 days the following indicators were analyzed: organic matter, ashes gross protein, fiber, and minerals (Ca and P) according to the AOAC (1985) techniques. It was also analyzed the kinetics of degradation by lignin fungus, cellulose and hemicellulose through the fractionating of fiber according to Van Soest and Robertson (1980). The results were statistically evaluated by means of an ANOVA test of student and Duncan. There were variations in the bromatologic composition of the GANVER after 35 days of *P. ostreatus* inoculation. It was observed a significant increase ($P < 0.05$) in the ashes (from 31,92 to 50,34%) a significant decrease ($P < 0.05$) in the organic matter (from 68,08 to 49,66%), in the gross fiber (from 22,42 to 11,91%) and in the Ca (from 4,89 to 3,18). The other indicators showed no significant variations. The kinetics study of lignin, cellulose and hemicellulose showed a significant decrease ($P < 0.05$). In addition, a complete colonization of the substrate was observed at 13 days from inoculation and a fructification at 16 days from inoculation.

PALABRAS CLAVES: GANVER, *P. ostreatus*, análisis bromatológico, lignina, celulosa, hemicelulosa

INTRODUCCIÓN

El GANVER, mezcla de cachaza, bagacillo, residuales líquidos (ácidos, alcalinos y azucarados), urea y miel final se utiliza como alimento animal (García *et al.*, 1990), su mejoramiento a través del empleo de fermentaciones en estado sólido no ha escapado de la atención del hombre. La inoculación de hongos y bacterias a sustratos lignocelulósicos tiene como resultado un aporte en biomasa con niveles significativos de proteína, vitaminas y minerales (Ensminger, 1994).

El GANVER se inoculó con una cepa del hongo filamentosos *Aspergillus niger* y se observó un aumento de la proteína verdadera de 10 % a 16 % (Pardo *et al.*, 1998) y una significativa mejora en su contenido aminoácido (González *et al.*, 1998).

Con la utilización de hongos de la clase basidiomycete, que degradan principalmente la lignina, se puede liberar a la celulosa y hemicelulosa del complejo que forman con esta (Reid, 1989). El empleo de cepas de *Pleurotus sp.* y *Pleurotus ostreatus* ha mostrado excelentes resultados en el tratamiento y mejoramiento de otros residuos agroindustriales como la paja de trigo, donde se ha observado una disminución en los niveles de lignina, lo que permite usar estos residuos de un modo más eficiente en la alimentación animal (Zadrazil, 1997).

Pleurotus pulmonarius y *P. sajor-caju* han crecido perfectamente sobre paja de trigo desdoblado una gran cantidad de lignina, se observó que después de las 12 semanas de fermentación la mitad de la lignina presente en el sustrato fue eliminada junto a la hemicelulosa, y dejó casi intacta la celulosa, lo cual es un buen rema-

¹ Alimento animal compuesto por una mezcla de cachaza, bagacillo, residuales líquidos (ácidos, alcalinos y azucarados), urea y miel final.

nente como fuente de energía para los rumiantes (Moyson y Verachter, 1991).

Con el desarrollo de este trabajo se propuso estudiar los cambios en la composición bromatológica del GANVER inoculado con la cepa de *Pleurotus ostreatus* (184).

MATERIALES Y MÉTODOS

Residuales azucareros tratados por el procedimiento GANVER sin suplementar con urea se sometieron a un tratamiento con la cepa de *Pleurotus ostreatus* (184) procedente del cepario del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), preservada sobre agar-malta a 6 °C. Los residuales fueron esterilizados en autoclave a 1 atm durante 1 hora, luego se humedecieron y se colocaron en bolsas de nailon con aproximadamente 1 kg.

La inoculación se realizó a razón de un 8 % (p/p) con un inóculo del hongo crecido en un soporte sólido de cáscara de arroz. Los testigos se sometieron al mismo procedimiento pero sin ser inoculados con el hongo. Las bolsas inoculadas se colocaron en fase oscura durante 15 días, luego en fase de iluminación hasta el fin del experimento, a una humedad entre 70 y 80 % y temperatura ambiente. Pasados 35 días se cosecho el hongo y al contenido de las bolsas se le realizó las siguientes determinaciones bromatológicas: Ceniza (Cza), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) y minerales (Ca y P) según la AOAC (1985), para el análisis estadístico de estos datos se realizó un ANAVA y se utilizó la prueba t de Student. Además, se tomaron muestras cada 14 días para realizar una cinética de la degradación de la lignina, celulosa y hemicelulosa a través de un fraccionamiento de fibra según Van Soest y Robertson (1980), las medias obtenidas se compararon mediante el test de rangos múltiples de Duncan (1955). Se midió en días el tiempo que demora el hongo en colonizar y fructificar en el sustrato.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 35 días de inoculado con la cepa de *Pleurotus ostreatus* (184) el GANVER mostró variaciones en su composición bromatológica (v. tabla).

La materia seca no presentó diferencias significativas aunque disminuyó ligeramente, Zamora (1990) señaló cambios significativos en este indicador al inocular el GANVER con la cepa P4 de *P. ostreatus* de procedencia mexicana asociados a su actividad metabólica.

La ceniza presentó un aumento significativo ($p < 0.05$) producto a la alta capacidad biodegradadora de la cepa que utilizó un alto contenido de materia orgánica en su desarrollo (Martínez, 1990).

El calcio mostró una disminución significativa ($p < 0.05$), mientras que el fósforo no mostraba cambios significativos; resultados contrarios a los observados

por Zamora (1990) que encontró un aumento significativo en estos dos minerales.

Los valores de proteína permanecieron sin variaciones significativas, es importante señalar que el hongo presentó una fructificación característica (Mansur *et al.*, 1991, Mata *et al.*, 1995) a partir de los 16 días y los cuerpos de fructificación se cosecharon; Zamora (1990) observó un aumento significativo en ese indicador asociado con la biomasa que desarrolla el hongo después de fructificar y que no se cosechó.

La materia orgánica y la fibra bruta disminuyeron significativamente ($p < 0.05$) debido a la actividad lignocelulolítica que presentó el hongo (Ortega *et al.*, 1992).

De las fuentes de carbono presentes en el sustrato, la lignina es la preferida por el hongo (Valmaseda *et al.*, 1991), aunque también son degradadas la celulosa y hemicelulosa, esta última en menor cuantía (figura). La degradación de estos tres indicadores tiene lugar desde el inicio de la inoculación, cuando el hongo comienza a crecer e incorpora a su metabolismo las principales fuentes de carbono presentes en el sustrato, se incrementa con el fin de la colonización a los 13 días y continúa con el desarrollo de la fructificación que se encuentra asociada con la merma de la materia orgánica y el contenido de lignocelulosa (Jakucs y Vetter, 1992; Zadrzil *et al.*, 1996)

Resultados semejantes obtuvieron Rolz *et al.* (1987) al tratar residuos azucareros con diferentes cepas de basidiomycetes entre las que se encontraba una de *Pleurotus flavellatus* que mostró mayor actividad degradativa sobre la lignina, después sobre la hemicelulosa, y en menor grado la celulosa.

Zadrzil *et al.* (1996) inocularon la paja de trigo con una cepa de *P. ostreatus* y lograron una disminución en la materia orgánica y la lignina de 18.3 % y 4.5 % respectivamente, mientras que Masahiro *et al.* (1992) después de inocular paja de arroz con cuatro cepas diferentes de *P. ostreatus* reportaron una disminución significativa de la lignina y un aumento en los azúcares solubles.

CONCLUSIONES

- La composición bromatológica del GANVER mostró variaciones después de 35 días de inoculado con la cepa de *Pleurotus ostreatus* (184).
- La lignina, celulosa y hemicelulosa presentes en el GANVER mostraron una disminución desde los primeros 14 días de inoculado el hongo.
- *P. ostreatus* mostró un buen desarrollo sobre el sustrato (GANVER).

REFERENCIAS

- A.O.A.C: Official Methods of Analysis. 8th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., 1985.
- DUNCAN, D.B.: Multiple range and multiple F test, *Biometrics*, 11:1-42, 1955.
- ENSMINGER, A.: Nutrition Encyclopedia, 2da Edition, Ensminger Publishing Co., p:1576-1581, 1994.
- GARCÍA, F.; M. ANDINO Y S. VERDECIA.: Algunas consideraciones acerca de la tecnología GARANVER (inédito). Informe técnico. IIA "Jorge Dimitrov", Granma, 10pp, 1990.
- GONZÁLEZ, J. A.; G. COTO; R. FIGUEROA; F. J. MARTÍNEZ Y A. GROSS: Caracterización aminoacídica del Luvagar. Aprovechamiento biotecnológico de los subproductos y residuales de la industria azucarera en la alimentación animal. Recopilación de los resultados obtenidos por el CIBA (5to Aniversario):37-40, Ediciones Avila, Ciego de Avila, 1998.
- JAKUCS, E.; J. VETTER.: Comparative studies on the lignocellulose degrading ability of various fungus species; *Int. J. Mycol. Lichenol.*, 5 (3):217-235, 1992.
- MANSUR, M.; I. GUTIÉRREZ; M. KLIBANSKY; A. GINTEROVA.: Producción de hongos *Pleurotus ostreatus* a partir de los residuos de la cosecha cañera. *Revista ICIDCA XXV (1-2):55-60*, 1991.
- MARTÍNEZ, R.: Cultivo de diversas cepas mexicanas de *P. ostreatus* sobre pulpa de café y paja de cebada. *Revista Mexicana de Micología*, 4:153-160, 1990.
- MASAHIRO, O.; Y.R., MASAOKI; A., HIDEMORI.: Improvement of nutritive of cereal straw by solid state fermentation using *Pleurotus ostreatus*. *Tropical Agriculture Resarch. Serie 25: 178-185*. Volumen: Utilization of feed resources in relation to nutrition and physiology of ruminants in the tropics, 1992.
- MATA, G.; R., GAITÁN-HERNÁNDEZ.: Cultivo de *Pleurotus* en hojas de caña de azúcar. *Rev. Mexicana de Micología*, 11:17-22, 1995.
- MOYSON, E.; H.; VERACHTER.: Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. *Appl. Microbiol. Biotech.*, 36:421-424, 1991.
- ORTEGA, G.; E., MARTÍNEZ; D., BETANCOURT; A., GONZÁLEZ, A.; M., OTERO.: Bioconversion of sugarcane crop residues with white root fungi *Pleurotus* sp... *World Journal Microbiol & Biotechnol.*, 8:402-405, 1992.
- PARDO, J. L.; J. C. VALDÉS; J. F. GARCÍA; F. GARCÍA; DAISY RAVELO Y A. GROSS.: Tecnología del Luvagar y Luvagar melazado. Aprovechamiento biotecnológico de los subproductos y residuales de la industria azucarera en la alimentación animal. Recopilación de los resultados obtenidos por el CIBA (5to Aniversario),p:31-36, Ediciones Avila, Ciego de Avila, 1998.
- REID, I.: Solid-state fermentations for biological delignification. *Enzyme Microbiol. Technol.*, 11:786-800, 1989.
- ROLZ, C.; R., DE LEON; M.C., DE ARRIOLA; S., DE CABRERA: White-rot fungal growth on sugarcane lignocellulosic residue. *Applied Microbiology and Biotech.*, 25:535-541, 1987.
- VALMASEDA, M.; M. J., MARTÍNEZ; A. T., MARTÍNEZ.: Kinetics of wheat straw solid-state fermentation with *Tremetes versicolor* and *P. ostreatus* - Lignin and polysaccharide alteration and production of related enzymatic activities. *Appl. Microbiol. and Biotech.*, 35:817-823, 1991.
- VAN SOEST P. J., J. B. ROBERTSON.: Systems of analysis for evaluation of fibrous feeds. In:Prigden WJ, Balch CC and Graham M (eds) *Standardization of Analytical Methodology for Feed*. International Development Research Centre, IDRC-134e, Ottawa, pp:49-60, 1980.
- ZADRAZIL, F. F., D. N., KAMRA; O. S. ISIKHUEMHEN; F. SCHUCHARDT, G. FLACHOWSKY.: Bioconversion of lignocellulose into ruminant feed with white rot fungi - Review of work done at the FAL Braunschweig, *J. Appl. Anim. Res.*, 10:105-124, 1996.
- ZADRAZIL, F. F.: Changes in "in vitro" digestibility of wheat straw during fungal growth and after harvest of oyster mushroom (*P. ostreatus*) on laboratory and industrial scale; *J. Applied Animal Research*, 11 (1):37-8, 1997.
- ZAMORA, D.: Cambios bromatológicos del GARANVER inoculado con *P. ostreatus*, Trabajo de Diploma, ISCAB, Granma, 1990.

Composición bromatológica del GARANVER antes y después de inoculado con *P. ostreatus* (% BS)

Estados	MS	MO	Cza	PB	FB	Ca	P
Antes	90,57	68,06a	31,94a	3,12	22,42a	4,89a	0,44
Después	90,22	49,66b	50,34b	3,18	11,91b	3,17b	0,47
± ES	0,564	0,807	0,807	0,171	0,518	0,116	0,008

Medias con superíndices diferentes significa diferencias significativas con una probabilidad de error $p < 0.05$.

