

Alejandra Heredia Solís,
Rómulo Bañuelos Valenzuela,
Edgar León Esparza Ibarra*
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

*Autor responsable
heredia000@hotmail.com

PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE SUSTRATOS DE *Agave salmiana* Y *Agave weberi*

PRODUCTION OF *Pleurotus ostreatus* ON SUBSTRATES OF *Agave salmiana* AND *Agave weberi*

R E S U M E N

Los hongos comestibles del género *Pleurotus*, han mostrado adaptabilidad a sustratos con alto contenido lignocelulósico, por lo que los bagazos de *Agave salmiana* y *Agave weberi* generados como subproductos de la industria del mezcal en Zacatecas, pueden ser una alternativa viable como sustrato para la producción de hongos. *Pleurotus ostreatus* creció en ambos bagazos de Agave, demostrando que pueden emplearse como sustrato para cultivo de hongos comestibles. Posteriormente se realizó un análisis bromatológico a diversos tratamientos utilizados como sustratos para un segundo cultivo del hongo *P. ostreatus* para establecer las condiciones óptimas de cultivo.

Palabras clave:
Análisis bromatológico, bagazo de
Agave, hongos comestibles

ABSTRACT: The edible fungi of the genus *Pleurotus* has shown adaptability to substrates with high lignocellulosic content, so that the bagasse of *Agave salmiana* and *Agave weberi* by-products of the mezcal industry in Zacatecas, may be a viable alternative as substrate for the production of fungi. *Pleurotus ostreatus* grew in both Agave bagasses, showing which can be used as substrate in edible mushroom cultures. Subsequently, a bromatological analysis of various treatments used as substrates for a second culture of the *P. ostreatus* fungi to establish optimum growing conditions.

Key words: Bacterial analysis, Agave bagasse, edible fungi.

I N T R O D U C C I Ó N

En la actualidad, la biomasa lignocelulósica y en especial los subproductos agroindustriales han dejado de ser productos de desecho-problema, para convertirse en materia prima potencial para diversos procesos tanto de tipo agrícola como industrial (Hui-Bao, 2012). Gran variedad de subproductos agrícolas se han utilizado como sustratos para el cultivo de *P. ostreatus*. La bioconversión de los residuos lignocelulósicos a través del cultivo de especies de *Pleurotus* ofrece la oportunidad de utilizar los recursos renovables en la producción de alimentos ricos en proteínas (Sánchez-Riano, 2010) sin métodos de procesamiento y materiales de enriquecimiento costosos. Una amplia gama de desechos agrícolas como paja de arroz, de trigo, de soya, maíz, bagazos, residuos de algodón, tallos y hojas de plátano, aserrín, entre otros, son ricos en lignina y celulosa que pueden ser utilizados para la producción de *Pleurotus* (Sánchez-Riano, 2010; Akyuz M., y Kirbag S., 2009; Chang S. T., Miles P. G., 2004). Algunas especies de *Pleurotus* producen altos rendimientos, en cuestión de unas pocas semanas, ya que estos hongos pueden convertir 100 gramos de desechos agrícolas en setas frescas (de 50 a 70 gramos) (Akyuz K., 2009). Los residuos agroindustriales proveen las fuentes de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo necesarias para el desarrollo adecuado de la biomasa fúngica.

En general *P. ostreatus* contienen 90% de agua y 10% de materia seca. Tienen una composición química que los hace atractivos desde un punto de vista nutricional, altos en proteínas, minerales (calcio, fósforo y hierro), carbohidratos y bajos contenidos de lípidos, además de fibra, lo que los hace muy digeribles (Sánchez, 2010; Sánchez-Riano, 2010; Chang & Miles, 2004; Sakoda & Suzuki, 2001). Además contienen vitaminas (tiamina, riboflavina y niacina) y una abundante cantidad de aminoácidos esenciales. Su contenido energético se encuentra entre 250 y 350 cal/kg de hongo fresco (Akyuz M., y Kirbag S., 2009).

El estado de Zacatecas cuenta con denominación de origen para la producción de mezcal siendo el segundo productor a nivel nacional de esta bebida destilada y cuenta con dos regiones, una que utiliza como materia prima el *A. salmiana* y otra el *A. weberi*. En ambas regiones se genera como subproducto de la molienda, el bagazo de Agave, el cual se acumula en el ambiente y se degrada muy lentamente, pero sobre todo no se le da un uso que genere beneficios; por ello se propone utilizarlo como sustrato para el cultivo del hongo comestible *P. ostreatus*.

M E T O D O L O G Í A

La primera etapa fue cultivar el hongo. *P. ostreatus*. La cepa se inoculó en medio sólido conteniendo extracto de malta-agar (EMA) y se incubó a 28 °C para su crecimiento micelial. Para su cultivo se utilizó como sustrato bagazos de *A. salmiana* y *A. weberi*; fueron primero pasteurizados, luego se dejaron enfriar por 3 horas a temperatura ambiente y después se inóculo a *P. ostreatus* en 300 gramos de bagazo. Se colocaron en bolsas de polipapel y posteriormente se incubaron a 27°C por 60 días en obscuridad y con una humedad relativa del 80 al 90%.

Una vez que se observó crecimiento del hongo en el bagazo, se diseñaron 12 tratamientos para utilizarlos como sustrato para un nuevo cultivo de *P. ostreatus* (Tabla 1). Así mismo se les realizó un análisis bromatológico que consiste en la determinación de humedad, extracto etéreo, proteína cruda, cenizas y fibra cruda, de acuerdo a las metodologías establecidas por la AOAC (Association of official analytical chemists). Por otra parte se determinó el porcentaje de azúcares reductores totales (ART) a los 12 sustratos, empleando el método de ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) (Miller, 1959).

R E S U L T A D O S Y D I S C U S I Ó N

En cuanto a la producción *P. ostreatus*, se observó que creció sobre ambos bagazos (*A. salmiana* y *A. weberi*) empleados como sustrato, a los 60 días de incubación. *P. ostreatus* no solo fue eficiente para la degradación de lignina y celulosa, sino que también dio una buena cantidad de cuerpos fructíferos.

TABLA 1.

Diseño de tratamientos de sustratos para cultivo de *P. ostreatus*.

Tratamiento	Combinación de las mezclas para sustrato		
	Bagazo Agave	Salvado de Trigo	Viruta / Paja
SALM	Salmiana 100 %		
SALM-SAL	Salmiana 85 %	15 %	
SALM-P-SAL	Salmiana 65 %	5 %	Pino 30 %
SALM-C-SAL	Salmiana 65 %	5 %	Cedro 30 %

SALM-N-SAL	Salmiana 65 %	5 %	Nogal 30 %
SALM-A-SAL	Salmiana 65 %	5 %	Avena 30 %
WEB	Weberi 100%		
WEB-SAL	Weberi 85 %	15 %	
WEB-P-SAL	Weberi 65 %	5 %	Pino 30 %
WEB-C-SAL	Weberi 65 %	5 %	Cedro 30 %
WEB-N-SAL	Weberi 65 %	5 %	Nogal 30 %
WEB-A-SAL	Weberi 65 %	5 %	Avena 30 %

En la siguiente etapa se realizó un análisis bromatológico (Tabla 2) a las diversas mezclas utilizadas como sustrato para el cultivo de la segunda siembra del hongo, para establecer la fuente de nutrientes que se le proporcione a este basidiomycete para su crecimiento.

Tratamiento	Humedad (%)	Cenizas (%)	Lípidos (%)	Proteínas (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (mg/L)
SALM	7.36	6.58	0.84	3.17	56.09	10.46
SALM-SAL	8.39	6.44	1.48	5.48	49.44	10.11
SALM-P-SAL	7.74	4.77	1.35	3.14	57.53	7.8
SALM-C-SAL	8.18	4.75	1.11	3.14	60.3	8.08
SALM-N-SAL	7.63	5.41	1.06	3.23	58.89	9.68
SALM-A-SAL	7.38	7.1	1.17	3.76	47.75	14.55
WEB	7.9	6.56	0.5	3.7	44.62	3.23
WEB-SAL	8.4	6.43	1.19	5.93	39.68	3.96
WEB-P-SAL	7.75	4.76	1.13	3.49	50.07	3.1
WEB-C-SAL	8.18	4.74	0.89	3.48	52.84	3.39
WEB-N-SAL	7.63	5.4	0.84	3.57	51.43	4.99
WEB-A-SAL	7.38	7.09	0.95	4.1	40.29	9.86

TABLA 2.

Análisis bromatológicos a sustratos

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis bromatológico y particularmente en proteínas se espera que los tratamientos SALM-SAL y WEB-SAL que contienen el bagazo de ambos agaves individualmente mezclado con un 15 % de salvado de trigo, se obtengan cuerpos fructíferos del hongo con mayores porcentajes de proteínas si asumimos el principio de que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. Otro punto que es importante señalar es que todos los tratamientos contienen altos porcentajes de fibra; en su mayoría superiores a 50 %, esencial para su crecimiento ya que su sustrato en la naturaleza se da principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina.

Por su parte el porcentaje de cenizas presentes en los diversos tratamientos es elevado; suficiente para proporcionar al hongo los minerales necesarios para sus requerimientos, ciertos minerales como azufre (necesario para ciertos aminoácidos como cisteína y metionina), así mismo el potasio y el magnesio (activa gran número de enzimas). Uno de los factores importantes que afectan el proceso de biodegradación es la presencia de metales en el sustrato. Se ha encontrado que el cobre induce la lacasa por la expresión de los genes y también afecta positivamente en la actividad y estabilidad de la enzima en *P. ostreatus*. La presencia de metales en el medio juegan un rol importante en la regulación de actividad enzimática extracelular, procesos que son de suma importancia para la adquisición de carbono y de energía por el micelio de los hongos (Petr, 2005).

Las fuentes de carbono proveen la estructura y requerimientos energéticos de la célula fúngica, las especies de hongos utilizan varios polisacáridos, monosacáridos, entre otros (Akyuzu Kirbag, 2009); por ello es necesario conocer las concentraciones de ART presentes en los sustratos, en su mayoría los sustratos que tienen como base *A. salmiana* presentan altos contenidos de ART, y ello es debido a que es poco eficiente la extracción de los azúcares en el proceso de la molienda de las industrias que utilizan este agave; mientras que para *A. weberi* el contenido de ART es mas bajo, ya que emplean molinos más tecnificados para la extracción eficiente de los jugos del agave.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los residuos sólidos generados en la industria mezcalera en el estado de Zacatecas: bagazos de *A. salmiana* y *A. weberi* pueden ser buen sustrato para el cultivo del hongo *P. ostreatus*, ya que contienen moléculas y elementos que el hongo necesita para que inicie y realice sus funciones de desarrollo y reproducción. Con las pequeñas diferencias que ambos bagazos tienen en cuanto a la composición química y estructural, se podrían emplear para producir hongos de *P. ostreatus* con características nutrimentales que difieran entre sí, debido a que la composición del sustrato altera la calidad nutrimental. Con estos resultados se propone la degradación a nivel industrial de los bagazos de agave por medio del cultivo del hongo comestible *P. ostreatus* como una alternativa sustentable en términos ecológicos, sociales y comercialmente posibles.

REFERENCIAS

- AKYUZ M., y Kirbag S. (2009) Nutritive value of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) quel. var. *Eryngiigrow* nonvarious agro-wastes. *The Philippine Agricultural Scientist*. 92: 327-331.
- CHANG S. T., Miles P. G. (2004) *Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. Second edition. Boca raton London New York. Washington, D.C.
- HUI-BAO H., Tarbasa M., MunChae H., Gyan You S. (2012) Molecular properties of water-unextractable proteoglycans from *hypsizygus marmoreus* and their in vitro immunomodulatory activities. *Molecules*.17: 207-226.
- MILLER G. L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. 31 421-426.
- PETR B., Vendula V., Vera M., Jiri G. (2005) Degradation of lignocellulose by *Pleurotus ostreatus* in the presence of copper, manganese, lead and zinc. *Research in Microbiology*.156: 670-676.
- SÁNCHEZ C. (2010) Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol*. 85:1321-1337.
- SÁNCHEZ-RIANO A. M., Gutiérrez Morales, A. I., Muñoz Hernández J. A., Rivera Barrero C. A. (2010) Producción de bioetanol a partir de subproductos agroindustriales lignocelulósicos. *Revista Tumbaga*. 5: 61-91.
- WANG D., Sakoda A., Suzuki M. 2001 Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology*. 78: 293-300.