

**Producción de *Pleurotus ostreatus*
(Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre
diferentes residuos lignocelulósicos**

**Production of *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae)
ICFC 153/99 grown on different waste
lignocellulosic**

***Kevin Díaz Muñoz, Marlin Casanova Guajardo, Carlos Alberto
León Torres & Luis Arturo Gil Ramírez***

Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad-PERÚ
blgo.kdiaz@gmail.com // <https://orcid.org/0000-0003-2910-5327>
marlinguajardo@gmail.com // <https://orcid.org/0000-0001-8946-831X>
cartaviolabs@hotmail.com // <https://orcid.org/0000-0002-9808-186X>
larturo0208@gmail.com // <https://orcid.org/0000-0002-7323-0566>

Cecilia Betzabet Bardales Vásquez & Jeisson Cabos Sánchez

Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, La Libertad-PERÚ
cbardalesv@upao.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-7811-3676>
jcaoboss1@upao.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0001-6331-2130>

Resumen

Se evaluó la producción de *Pleurotus ostreatus* usando como sustrato para su cultivo los residuos lignocelulósicos paja de arroz(PA), bagazo de caña de azúcar(BC), coronta de maíz(CM) y residuos de la poda de pasto de parques(RP); en base a la eficiencia biológica(EB) y rendimiento(R). En la primera fase se realizó proliferación del micelio (medio de soporte PDA) y producción de inoculo (granos de trigo) a partir de la cepa del hongo *P. ostreatus*. En la segunda fase se inocularon los sustratos contenidos en bolsas de polipropileno y con una humedad de 65%, se usó un diseño completamente al azar (DCA) conformado con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron incubados bajo oscuridad a una temperatura de 28°C. Los resultados demostraron que los el sustrato conformado por bagazo de caña de azúcar (BC) obtuvo los mayores porcentajes de EB y R con 16.77% y 0.90% respectivamente.

Palabras clave: producción; *Pleurotus ostreatus*; residuo lignocelulósico.

Abstract

The influence of lignocellulosic residues wheat straw (WS), sugarcane bagasse (SB), corn cob (CC) and pruning residues of parkland and gardens grass (PG) used as substrates in the production of *Pleurotus ostreatus* cultivated under laboratory conditions based on biological efficiency (BE) and yield (Y). In the first phase of mycelial growth was performed (PDA support medium) and inoculum production (wheat grains) of the strain of the fungus *P. ostreatus*. In the second phase were inoculated substrates contained in plastic bags and a humidity of 70 %, we used a completely randomized design (CRD) formed with four treatments and five replications. Treatments were incubated in dark at 28 ° C. The results showed that the substrate formed by sugar cane bagasse (SB) scored the highest percentages of BE and Y with 16.77% and 0.90% respectively. It was concluded that the treatments influencing the production of *P. ostreatus* by its content of cellulose and lignin.

Key words: production; *Pleurotus ostreatus*; lignocellulosic residue.

Citación: Díaz, K.; M. Casanova; C. León, C. Bardales & J. Cabos. 2019. Producción de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. *Arnaldoa* 26 (3): 1177-1184 2019.

<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26322>

Introducción

Los residuos agrícolas, agroindustriales y urbanos, de origen vegetal, presentan un alto contenido de celulosa; un polímero de glucosa; que es el principal componente de la pared celular de las plantas. Este compuesto es uno de los más abundantes en el planeta, debido a que solo algunos organismos tienen la capacidad de degradarlo y aprovecharlo como fuente de carbono. Otro compuesto presente en estos residuos es la lignina un complejo químico aromático fenólico, que se encuentra localizado entre las moléculas de celulosa, lo que hace aún más difícil la degradación

de celulosa (López *et al.*, 2006; García, 2007).

Dentro de los organismos capaces de aprovechar estos materiales encontramos a los hongos de la pudrición blanca que degradan la celulosa y lignina de troncos a través de enzimas que secretan al medio en el que crecen obteniendo así sus nutrientes (Garzón & Cuervo, 2008), en este grupo encontramos especies cultivadas a nivel mundial como *Agaricus bisporus* "champiñón", *Lentinula edodes* "shiitake", *Flammulina velutipes* "aguja de oro" o *Pleurotus ostreatus* "hongo ostra", que usan como sustrato para su producción diversos

residuos lignocelulósicos (Garcés *et al.*, 2006).

El cultivo de *P. ostreatus* se presenta como una opción para aprovechar los residuos lignocelulósicos agrícolas, agroindustriales y urbano disponibles, esta técnica ha sido difundida a lo largo de diferentes países, por la abundancia de la materia prima para su desarrollo, debido a que usa como principal alimentos a la celulosa y lignina presentes en dichos residuos (García *et al.*, 2011). Así como por la relativa facilidad y versatilidad del manejo de las condiciones para su producción. Este hongo crece en ambientes con temperaturas de 23 a 32°C con una óptima de 28°C para crecimiento micelial y de 18 a 20°C para formación de primordios, pH de 4.5 a 7 con un óptimo de 5.5, humedad de sustrato entre 60 y 70%, y una humedad relativa de 80 a 90% (Sánchez & Royse, 2001).

En el mundo varios autores han evaluado el desarrollo y producción de *P. ostreatus* en diferentes sustratos, por lo que se han diversificado las técnicas de su cultivo, para esto se han utilizado una serie de residuos, como el bagazo de agave y rastrojo de maíz en México, plantas y desperdicios de café en Colombia, bagazo de caña en Cuba, así como paja de "arroz", "avena", de "centen"o, de "sorgo" y de "algodón", virutas de madera y cortezas, subproductos del "algodón", residuos de la industria papelera (diarios, cartones), hojas de "plátano", fibra de "coco", entre otros por ser los más abundantes en su zona de cultivo, obteniendo eficiencias biológicas (EB) entre 45 y 138% , siendo la paja de "trigo" es uno de los sustratos más usado y difundido en diferentes países (Aguinaga, 2012; García *et al.*, 2006; Nevárez, 2012; Sudyany *et al.*, 2012).

En el Perú a diferencia de otros países esta técnica esta escasamente difundida, en los últimos años se ha venido realizando trabajos para evaluar y encontrar sustratos que faciliten la producción de este hongo en nuestro medio. También se han realizado trabajos para optimizar las técnicas de las diferentes etapas para la producción de *P. ostreatus*, así tenemos su cultivo en sustratos de paja de paja de trigo, chala de maíz, cascarilla de arroz, o mezclas de paja de arroz y paja de trigo (Salas *et al.*, 2003; Bazán *et al.*, 2004; Ríos & Ruiz, 1993).

La Libertad es una región en donde se produce una cantidad considerable de residuos lignocelulósicos, provenientes del sector agrícola, agroindustrial, urbano entre otros; conformando sustratos potenciales para la producción de *P. ostreatus*. Lo que hace necesario realizar estudios usando los residuos lignocelulósicos más abundantes en la región, pero se le considera una técnica relativamente nueva y por ello se han realizado pocas experiencias para estudiar el comportamiento de *P. ostreatus*, como crecimiento micelial *in vitro* usando melaza (Valera, 2000).

El objetivo del estudio fue evaluar la producción de *P. ostreatus* (Pleurotaceae) cultivado sobre los residuos lignocelulósicos paja de "arroz" (PA), bagazo de "caña de azúcar" (BC), coronta de "maíz" (CM) y residuos de la poda de pasto de parque y jardines (RP); en base a la eficiencia biológica (EB) y rendimiento (R).

Material y métodos.

Reproducción de la cepa: Se usó la cepa ICFC 153/99 de *Pleurotus ostreatus* reproducida en placas Petri con medio Agar Papa Dextrosa (PDA) incubado durante 8 días a 28 °C.

Preparación de inóculo: Para la producción de inóculo se usaron dos bolsas de polipropileno de 5x8" conteniendo 100g de "trigo" (*Triticum aestivum*) hidratado y esterilizado en autoclave, al que se agregó dos fragmentos de 1cm² de micelio reproducido en medio PDA para cada bolsa, el tiempo en el que los granos de trigo fueron totalmente invadidos por el micelio del hongo fue de 18 días.

Preparación e inoculación e incubación de sustratos: Los residuos lignocelulósicos usados como sustratos para el cultivo de *P. ostreatus* paja de "arroz" (PA), bagazo de "caña de azúcar" (BC), coronta de "maíz" (CM) y residuos de la poda de pasto de parque y jardines (RP) se secaron exponiéndolos al sol por un periodo de 7 días y luego picados obteniendo fragmentos de 2 a 3cm. A continuación se hidrató y pasteurizó 1000 g de cada sustrato en agua a 80°C por 30min, se dejaron drenar en coladores hasta alcanzar una humedad de 65%. Una vez tibios se colocaron 200g de cada sustrato (base seca) en bolsas de polipropileno de 8x12 pulgadas agregando 20g de inóculo de hongo sellando las bolsas y llevando a incubar en oscuridad a 28°C.

Diseño experimental: Se usó un diseño completamente al azar (DCA) conformado con cuatro tratamientos correspondiente a cada residuo lignocelulósico, con cinco repeticiones, la unidad experimental fue la bolsa con sustrato más el inóculo de hongo.

Fructificación: Cuando el sustrato fue invadido completamente por el micelio, luego de 40 a 43 días, se procedió inducir la fructificación del hongo, pasando las bolsas a una sala iluminada, con una humedad relativa de 90%, una temperatura de 20°C; cuando los primordios del hongo se empezaron a formar se realizó cortes a

la bolsa de polipropileno para que puedan desarrollarse.

Cosecha y evaluación de producción: Se realizaron un total de 3 cosechas con un intervalo de 5 a 6 días, tomando los pesos de los cuerpos fructíferos totales producidos por cada bolsa en cada cosecha, con estos datos se obtuvieron los parámetros para evaluar la producción de *P. ostreatus*, la eficiencia biológica (EB) se calculó dividiendo el peso de los cuerpos fructíferos frescos entre el peso seco del sustrato multiplicado por 100 y el rendimiento (R) dividiendo el peso seco de los cuerpos fructíferos entre peso seco de sustrato multiplicado por 100 (Sánchez & Royse, 2001). Luego, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para encontrar diferencias significativas entre

los tratamientos.

Resultados.

TABLA 1: Valores de producción de *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes residuos lignocelulósicos.

Residuo lignocelulósico	EB	R
PA	8.65±0.72	0.43±0.04
BC	16.77±1.41	0.90±0.09
CM	12.10±0.95	0.65±0.10
RP	9.97±0.80	0.54±0.06

PT: Paja de arroz; BC: bagazo de caña de azúcar; CM: coronta de maíz; RP: residuos de la poda de pasto; EB: eficiencia biológica; R: rendimiento. Los valores son promedios ± desviación estándar.

TABLA 2: Análisis de Varianza de los datos de eficiencia EB de *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes residuos lignocelulósicos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft
Tratamientos	3	190.05	63.35	62.63	3.13
Error	16	16.18	1.01		
Total	19	206.23			

P.E.:0.05

TABLA 3: Análisis de Varianza de los datos de R de *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes residuos lignocelulósicos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft
Tratamientos	3	0.61	0.20	33.56	3.13
Error	16	0.10	0.01		
Total	19	0.71			

0P.E.:0.05

Discusión.

Según Alexopoulos & Mins (1985) *P. ostreatus* crece de forma natural sobre tron-

cos o tocones de árboles caídos, los sustratos artificiales; entre ellos los sustratos usados en esta experiencia; deben contener una considerable porción lignocelulósica, estos sustratos varían de acuerdo a su

procedencia y a la proporción celulosa-lignina; este hongo obtiene sus nutrientes secretando enzimas al medio donde se desarrolla. La degradación de celulosa por *P. ostreatus* tiene lugar mediante la acción de tres tipos de enzimas: Endoglucanasas, Celobiohidrolasas y β -glucosidasas. Todas ellas; necesarias para degradar por completo la celulosa, hidrolizan enlaces glicosídicos, pero varían en la especificidad de sustrato. Las Endoglucanasas atacan los enlaces glicosídicos dentro de la molécula de celulosa, las Celobiohidrolasas actúan liberando unidades de celobiosa a partir de los extremos de las cadenas de celulosa y las β -glucosidasas hidrolizan las moléculas de celobiosa dando glucosa como producto final (Eizemendi, 2005). Para la degradación de lignina tenemos enzimas de tipo de las Oxidasas, Lacasas (fenol oxidasas) y Mn-peroxidasas, que le permiten romper y los anillos fenólicos de su estructura (Rodríguez et al., 2003). El contenido celulosa y lignina en estos residuos juega un papel importante en el desarrollo de *P. ostreatus* debido a que son su fuente de carbono directa, cabe resaltar que para el acceso a la celulosa, se tiene que descomponer en primer lugar la lignina.

Para los residuos lignocelulósicos usados en este estudio se han reportado contenidos de celulosa y lignina con porcentajes en base a su peso seco, obteniendo para PA 18% de celulosa y 5% de lignina, para BC se reportan 36% de celulosa y 9% de lignina, para CM 36% de celulosa y 17% de lignina y para RP tenemos 8% de celulosa y 2% de lignina (Delfín & Duran de bazúa, 2003; Aguinaga, 2012) por lo que se presentan con buenos sustratos para el desarrollo de *P. ostreatus*. Otro requerimiento es la humedad tanto del sustrato como del ambiente en sus diferentes fases, en el estudio se manejó una humedad para el sustrato

de 65% y una humedad relativa de 80% y 95% para la fase de incubación y fructificación respectivamente, lo que coincide con lo propuesto por García (2007).

La tabla 1 muestra los porcentajes de EB y R generados por *P. ostreatus* en los residuos lignocelulósicos usados como sustratos, podemos observar que el valor más alto de EB es el obtenido al usar BC con 16,77% , este valor es próximo al reporte de Garzón & Cuervo (2008) quienes obtuvieron una EB de 20,8% pero bajos para Aguinaga (2012) quien alcanzo una EB de 40% , quien también reporta una EB para PA de 13% próximo a los 8,65% obtenidos en este estudio y para RP informa una EB de 0,1%, contrastando con los 9,97% que genero *P. ostreatus* en este trabajo. Acerca de R nuevamente BC tiene el valor más alto con un 0,90% este resultado difiere de alcanzado por Aguinaga (2012) con un R para BC de 9%.

Los valores de la tabla 2 y tabla 3, se refieren al análisis de varianza, al realizarse la confrontación del valor de Fc y Ft para cada tabla, estadísticamente se interpreta que existen diferencias significativas entre los tratamientos o residuos lignocelulósicos usados como sustrato para la producción de *P. ostreatus*. Analizando el porcentaje de EB y R para cada sustrato y relacionándolo con el contenido de celulosa y lignina podemos confirmar lo mostrado por el análisis de varianza ya que el BC posee la concentración más alta de celulosa, polímero de fácil degradación para las enzimas que posee, a diferencia de la PA y RP que con las concentraciones más bajas de celulosa no pudieron igualar o superar la EB de BC, en el caso de CM presenta una proporción más equilibrada de celulosa y lignina, y se ubica en segundo lugar.

Conclusiones

La mayor producción de *Pleurotus ostreatus* se obtuvo al usar bagazo de caña de azúcar como sustrato, alcanzando una Eficiencia Biológica de 16,77% y un Rendimiento de 0,90%.

Agradecimientos

Al Dr. Carlos Alberto León Torres, por facilitarnos la realización del trabajo en su laboratorio de investigación docente así como los ambientes de la Estación Experimental de Bioquímica Aplicada de la Facultad de Ciencias Biológicas y al Dr. MsC. Julio Arellano Barragán exdocente del departamento de Química Biológica y Fisiología Animal de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. Por brindarnos consejos y aliento para la realización de la presente investigación.

Contribución de los autores

K.D. coordinador de la investigación, apoyo logístico y análisis estadístico de los datos. M.C. recolección y tratamiento de la muestra de los residuos lignocelulósicos. C.L. asesoría y logístico en la preparación de reactivos y soluciones buffers y encargado de la reactivación y desarrollo de inóculo J.C. recolección de datos y evaluación de la eficiencia biológica. C.B. análisis de los resultados e interpretación estadística.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Literatura citada

Aguinaga, P. 2012. Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha. Tesis. Escuela politécnica Nacional. Ecuador.

Alexopoulos, & C. Mims. 1985. Introducción a la micología. Barcelona. Ediciones Omega S.A.

Bazán, D., N. Salas de la Torre; R. Aguirre; M. Bravo; E. Becerra; R. Lengua; H. Carhuancho; A. Osorio; O. Cornejo & M. Bautista. 2004. Análisis comparativo del cultivo de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus eringii*. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.*, 7, (1), 24-29.

Delfín, I. & C. Durán de Bazúa. 2003. Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *Pleurotus*. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19(1), 37-45.

Eizmendi, A. 2005. Caracterización molecular de una familia de genes de Celobiohidrolasas en el hongo *Pleurotus ostreatus*. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra. España.

Garcés, A.; N. Vélez; S. Ruiz; J. Serna & E. Suarez. 2006. Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(2), 15-20.

García, N.; R. Bermúdez & M. Serrano 2011. Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles *Pleurotus*. *Tecnología Química*, 15(3), 15-22.

García, N.; R. Bermúdez; P. Gross & M. Hernández. 2006. Cultivo de cepas de *Pleurotus sp.* sobre pulpa de café. *Revista Mexicana de Micología*. 23, 9-10.

García, M. 2007. Cultivo de setas y trufas. Madrid. Mundi-Prensa.

Garzón, J. & J. Cuervo. 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova- Ciencias Biomédicas*, 6(10), 101-236.

López, C.; R. Hernández; R., Suárez & C. Borrero. 2006. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 128-137.

Nevárez, D. 2012. Aprovechamiento de residuos agroforestales para el cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus sp.*). Tesis maestría. Instituto Politécnico Nacional. México.

Ríos, R. & L. Ruiz. 1993. Aislamiento y cultivo del hongo comestible *Pleurotus affinis ostreatus* (jacq. Ex Fr) Kumm En Tingo María. *Folia Amazónica*, 5(1-2), 5-14.

- Rodríguez, S.; M. Fernández; R. Bermúdez & H. Horri.** 2003. Tratamiento de efluentes industriales coloreados con *Pleurotus spp.* *Rev. Iberoam. Micol*, 20, 164-168.
- Salas, N.; D. Bazán; A. Osorio; O. Cornejo & E. Carrero** 2003. Deshidratación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*). *Rev. Per. Quím. Ing. Quím*, 6(1), 55-59.
- Sánchez, J. & D. Royse.** 2001. *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* México. Ecosur.
- Sánchez, A.** 2001. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus* sobre residuos vitivinícolas y su manejo post-cosecha. Tesis Maestría. Universidad de Sonora. México.
- Sudiany, P.; J. Hoyos & S. Mosquera.** 2012. Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 136-145.
- Valera; A.** 2000. Efecto de la concentración de melaza de *Saccharum officinarum* L. "caña de azúcar" en la velocidad de crecimiento micelial de *Pleurotus ostreatus*. Tesis Microbiólogo. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.