

Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (jacq. Ex fr.) Kumm empleando pulpa de café como sustrato.

Edible mushroom cultivation *Pleurotus Ostreatus* (Jacq. ex Fr) Kumm using coffee pulp as substrate

¹Oscar Andrés Gamarra Torres^a, ²Jeimis Royler Yalta Meza^b, ²Robert Jackson Pérez Torres^b y ³Jose Miguel Vera Rivas

RESUMEN

La producción de *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex Fr.) Kumm ha cobrado gran importancia como una alternativa económica en algunos países latinoamericanos, en tal sentido la investigación tiene como objetivo evaluar algunos parámetros de producción semiindustrial utilizando como sustrato la pulpa de café, con la finalidad de generar la tecnología para su masificación del cultivo en la Región Amazonas.

Se ha utilizado una cepa de *Pleurotus ostreatus* la cual fue mantenida en agar malta. En el proceso de cultivo de *Pleurotus ostreatus* se realizaron las siguientes etapas: obtención del micelio – producción de la semilla – siembra e incubación del sustrato; paralelamente se realiza la fermentación y acondicionamiento de la pulpa de café. Se realizó un experimento factorial con 3 repeticiones, los tratamientos fueron temperatura (121 °C y 115 °C) y porcentaje de inóculo (5%, 10% y 20%). Se evaluaron el peso fresco, la eficiencia biológica, la tasa de producción y el rendimiento, a los cuales se aplicó el análisis de varianza completamente al azar y la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$). La mayor Eficiencia Biológica fue de 133.6 %, asimismo se obtuvo una Tasa de Producción de 2.2 % y un Rendimiento de 26.7 %.

Palabras clave: Pleurotus, cultivo, pulpa de café, producción

ABSTRACT

The production of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm has gained great importance as an economic alternative in some Latin American countries, in this connection, the research aims to evaluate certain parameters using semi-industrial production as a substrate coffee pulp, in order to generate technology for overcrowding cultivation in the Amazonas Region.

It has been used a strain of *Pleurotus ostreatus* which was held in malt agar. In the process of cultivation of *Pleurotus ostreatus* were performed the following steps: obtaining mycelium - production of the seed - seed and incubation of the substrate; parallel is the fermentation and conditioning of the coffee pulp. We performed an experiment with 3 factorial repetitions, the treatments were temperature (121 °C and 115 °C) and percentage of inoculum (5%, 10% and 20%). These evaluated the fresh weight, biological efficiency, the rate of production and yields, which had applied the analysis of variance completely random testing and comparison of multiple ranges of Tukey ($p < 0.05$). Increased Efficiency Biological was 133.6%, also showed a production rate of 2.2% and a yield of 26.7%.

Keywords: *Pleurotus*, cultivation, coffee pulp, production

¹ Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

² Departamento de Tecnología Agropecuarias y Agroindustriales. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

³ Universidad de Montpellier-Francia

^a Biólogo, ^b ing. agroindustriales

INTRODUCCIÓN

La producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm, es una alternativa nutricional, económica y ecológica, que permite aprovechar materiales lignocelulósicos. En Perú existen iniciativas de cultivo en la Universidad Peruana Cayetano Heredia (com. pers, 2007) y su cultivo a nivel industrial o semiindustrial está poco fomentado debido en parte a que el poblador peruano no está arraigada entre sus costumbres el consumo de hongos comestibles y es México en donde se empezó a cultivarse en 1974 y es considerado como el principal productor de *Pleurotus* spp. en toda América (Sánchez & Royse,

2001). El género *Pleurotus* spp. se encuentra ampliamente distribuido a nivel mundial e incluye especies comestibles de alto valor económico en muchos países. *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kumm, es una de las especies mayormente cultivadas; sin embargo, existen otras, denominadas “exóticas”, que son producidas en menor escala de manera local en diversos países. Se reconocen un número mayor de 20 especies y entre ellas señala a *P. cornucopiae* (Paulet Pers.) Roland, *P. pulmonarius* (Fr.) Qué. y *P. eryngii* (DC Fr.), entre otras (Calvo-Bado, 2001). El crecimiento en los hongos es un fenómeno mal conocido, sin embargo se tiene algunos indicios de los factores

Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm

Dominio	Eucaria
Reino	Fungi
División	Basidiomicotina
Clase	Homobasidiomicete
Subclase	Hymenomicete
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataceae
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm

que afectan el desarrollo de los hongos. Zadrzil citado por Sánchez (2001) reportó que la especie *Pleurotus ostreatus* crece en un rango entre 0 y 35 °C con una temperatura óptima de 30 °C. Si el pH del sustrato donde crece un hongo no es el adecuado, aunque las condiciones de temperatura y nutrientes sean óptimos, el crecimiento se verá afectado. Para el crecimiento de *Pleurotus* se han citado rangos de crecimiento en pH de 4 y 7; con un óptimo entre 5 y 6 (Sánchez, 2001).

Para Sánchez (2001), el contenido de humedad influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de nutrientes. En tal sentido, los contenidos de humedad inferiores al 50 % no serán propicias y una humedad superior al 80 % tendrá un efecto negativo en el crecimiento de *Pleurotus* spp, también se conoce que la humedad óptima para la fructificación de *Pleurotus ostreatus* es aproximadamente 85 %.

De igual manera, el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* ha sido ensayado en un sinnúmero de

medios de cultivo algunos de los cuales contienen residuos de cosecha o postcosecha, entre los que destacan: trigo autoclavado, arroz autoclavado, aserrín semidescompuesto, extracto de ocho verduras-agar, extracto de zanahorias-agar, agar papa dextrosa, tierra humificada, estiércol de ganado vacuno, trocitos de madera, aserrín más trigo, aserrín más arroz (Ríos y Ruiz, 1993).

El cultivo de hongos comestibles se sustenta en la idea de aprovechar los subproductos agrícolas con el fin de generar un producto alimenticio (Saldarriaga y Pineda, 2001).

Es una tecnología fácil de implementar y puede convertirse en una fuente secundaria de ingresos económicos, presenta ventajas ya que no se requiere de productos químicos; una vez que se obtiene el producto comestible, del sustrato se puede obtener abono orgánico, mediante los procesos de composteo y vermicomposteo, estos a su vez pueden utilizarse como abonos orgánicos para la producción de plantas y hortalizas; también, hay un efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos (Levanon y Danai, 2001).

En tal sentido, la presente investigación tiene como objetivo cultivar el hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm empleando como sustrato pulpa de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico

La cepa de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm evaluada en el presente estudio se encuentran depositada en el Cepario de Hongos del Laboratorio de Microbiología y Bioquímica de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. Se mantuvieron en medio agar extracto de malta a 25 °C. La cepa fue donada por la Dra. Magdalena Pavlich Herrera del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales *In Vitro* de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Cultivo y Producción del Hongo

Obtención del micelio: Se preparó placas petri con agar extracto de malta, las cuales fueron inoculadas con micelio de la cepa evaluada con la finalidad de posteriormente producir la semilla, las placas fueron incubadas por 5 días a 25 °C (Figura 1).

Obtención de la semilla o spwan: Se realizó la producción de la semilla o spwan del *Pleurotus ostreatus* utilizando semilla de trigo, las cuales fueron hidratadas por 12 horas, luego esterilizadas en frascos de vidrio de boca ancha. Después de esterilizado se inocularon los frascos asépticamente con el hongo para lo cual se corto un cuadrado de 1 cm de lado del micelio crecido en las placas introduciéndolos luego en los frascos que se incubaron por 25 días a 25 °C (Figura 2).



Figura 1. Micelio de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm en Agar malta después de 05 días de incubación a 25 °C



Figura 2. Semilla o spwan de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm en semilla de trigo después de 15 días de incubación a 25 °C

Fermentación el sustrato: Se procedió a la fermentación del sustrato (pulpa de café) durante cinco días (período de incubación). Se considera que la pulpa está lista cuando presenta color café oscuro, textura sólida y no pastosa, y olor aromático.

Preparación del sustrato: Después de fermentado el sustrato se procede a lavarlo y colocar 250 g de sustrato en bolsas de polietileno transparentes dejando vacío el tercio superior; luego se ha sometido a las bolsas con el sustrato a un proceso de pasteurización (115 °C por 45 minutos) y esterilización (121 °C por 1 hora).

Siembra e incubación del sustrato: Después de enfriado las bolsas del sustrato se procedió a la inoculación con la semilla o spwan a razón de 5%, 10% y 20% del peso de la bolsa de sustrato.

La incubación de las bolsas de sustrato fue llevada a cabo en oscuridad y se realizan controles diarios con el fin de comprobar el desarrollo micelial y detectar casos de contaminación que conllevaría a la eliminación del bloque para evitar la generalización de la contaminación. Transcurridos 5 días se procede a la perforación de las bolsas con una navaja previamente esterilizada (Figura 3 y 4).



Figura 3. Micelio de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm invadiendo la pulpa de café después de 05 días de incubación a 25 °C



Figura 4. Cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm en pulpa de café de 45 días de incubación

Evaluación de la Productividad: Se realizó con el fin de tener una idea clara de la capacidad de productividad y poder realizar comparaciones en los mismos términos con otros cultivadores; además es la única forma de determinar las mejoras de la producción con el paso del tiempo y frente a la innovación de metodologías.

Los parámetros básicos usados para referirse a los niveles de producción son tres:

Eficiencia Biológica (EB) : Definido como:

$$EB = \frac{\text{Peso del hongo fresco (en gramos)}^*}{\text{Peso del sustrato seco (en gramos)}} \times 100$$

* Se calcula a partir del peso total de la producción y se deben incluir todas las cosechas, aunque si se desea se puede obtener una eficiencia biológica para cada una de las cosechas.

$$TP = \frac{\text{Eficiencia Biológica (EB)}}{\text{Tiempo de Producción }^*}$$

* El tiempo de producción se toma a partir de la inoculación al sustrato definitivo hasta obtener la última cosecha. El tiempo de producción para 121 °C fue de 45 días y de 60 días para 115 °C

Rendimiento (R): Definido como:

$$R = \frac{\text{Peso del hongo fresco (en gramos)} \times 100}{\text{Peso del sustrato húmedo utilizado}}$$

* Se calcula a partir del peso total de la producción y se incluyen todas las cosechas.

Análisis estadístico: Se aplicó un experimento factorial 2A3B y para cada tratamiento se hicieron 3 repeticiones. El factor A es la temperatura: (a₁: 121 °C y a₂: 115 °C) y el factor B es el porcentaje de inóculo: (b₁: 5%, b₂: 10% y b₃: 20%). La EB, la TP y el R, se consideraron como variables de respuesta. Con los datos obtenidos se aplicó el análisis de varianza completamente al azar y posteriormente se aplicó la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey (p<0.05), utilizando Statgraphics Plus for Windows ver. 5.1.

RESULTADOS

En la tabla 01, se aprecia que el menor peso fresco 29,5 g se obtuvo en el tratamiento 121 °C y 5% de inóculo y el mayor peso fresco 66,8 g se encontró en el tratamiento 115 °C y 20 % de inóculo.

De igual forma en el Tabla 02, muestra que los menores valores de EB, TP y R se obtuvieron con el tratamiento 121 °C y 20 % de inóculo; asimismo los máximos valores para EB, TP y R fueron obtenidos con el tratamiento 115 °C y 20 % de inóculo.

Tabla 1. Producción total de cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm en pulpa de café

Temperatura (°C)	Cantidad de inóculo (%)	Peso fresco total de los cuerpos fructíferos (g)
121	5	29,7(0,2) ^a
	10	32,6(0,4) ^a
	20	29,5(0,8) ^a
115	5	36,4(4,3) ^a
	10	62,4(3,5) ^b
	20	66,8(2,8) ^b

Se muestran los promedios y desviación estándar de 03 repeticiones por tratamiento.

Valores con diferentes letras (superíndices) en una misma columna, indican diferencias significativas con la Prueba Tukey ($p < 0.05$)

Tabla 2. Productividad de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm en pulpa de café.

Temperatura (°C)	Cantidad de inóculo (%)	Eficiencia Biológica (%)	Tasa de Producción (%)	Rendimiento (%)
121	5	59,3(0,3) ^a	1,3(0,0) ^a	11,9(0,1) ^a
	10	65,2(0,8) ^a	1,4(0,0) ^a	13,0(0,2) ^a
	20	58,9(1,7) ^a	1,3(0,0) ^a	11,8(0,3) ^a
115	5	72,7(8,5) ^a	1,2(0,1) ^a	14,5(1,7) ^a
	10	124,7(7,1) ^b	2,1(0,1) ^b	24,9(1,4) ^b
	20	133,6(5,6) ^b	2,2(0,1) ^b	26,7(1,1) ^b

Se muestran los promedios y desviación estándar de 03 repeticiones por tratamiento.

Valores con diferentes letras (superíndices) en una misma columna, indican diferencias significativas con la Prueba Tukey ($p < 0.05$)

DISCUSIÓN

Los resultados del tabla 02, en cuanto a la mayor Eficiencia Biológica (133,6%) y Tasa de Producción (2,2%) coinciden con lo reportado por García et al. (2006), ya que el obtuvo una EB de 148,2% y una TP de 2,7%; de igual manera en el Tabla 2 se observa que la EB de 58,9% y TP de 1,3% obtenidas son superiores a la EB (33,1%) y TP (0,62%) hallado por García et al. (2006).

De la misma manera, la Eficiencia Biológica (133,6%), Tasa de Producción (2,2%) y Rendimiento (26,7%) encontrados en la investigación con

P. ostreatus son mayores a la EB (93,5%), TP (1,8%) y R (21,7%) hallados para *Pleurotus djamor* (Vega et al., 2006).

La EB, TP y R de *Pleurotus ostreatus* hallados en la investigación comparados con los obtenidos por García et al. (2006) y (Vega et al., 2006); podrían sugerir que el cultivo de *Pleurotus ostreatus* es una alternativa viable para el aprovechamiento de diversos residuos agroindustriales generados en la Región Amazonas, por lo que este cultivo puede representar una oportunidad para establecer pequeñas empresas en la región.

De igual manera las diferencias presentadas en los tratamientos en cuanto a peso fresco, eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento en el cultivo pudieron deberse a diferentes factores entre ellos el ambiental, ya que al realizarse el cultivo no fueron controladas adecuadamente las condiciones de humedad, temperatura y concentración de CO₂ y pueden impactar de diferente manera en el cultivo (Sánchez, 2001).

La tasa de inoculación (% de inóculo), es uno de los parámetros decisivos en la producción de *P. ostreatus*, ya que de esto depende el menor costo de producción y tiempo de colonización; asimismo en la siembra comercial se utilizan tasas de inoculación del 2,0 – 2,5 %, lo que es rentable pero demuestra que la semilla no se distribuye de manera homogénea en el sustrato y que el hongo alcance su tasa óptima de crecimiento (Sánchez & Royse, 2001).

En tal sentido la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos sugiere emplear 10 % de inóculo, con lo que se evitaría los problemas manifestados que se encuentran asociados a la utilización de menor cantidad de inóculo.

CONCLUSIONES

- El tratamiento con 115 °C y 20 % de inóculo presentó la mayor Eficiencia Biológica, Tasa de Producción y Rendimiento.
- El tratamiento de 121 °C y 20 % de inóculo presentó la menor Eficiencia Biológica, Tasa de Producción y Rendimiento.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresamos nuestro agradecimiento a la Dra. Magdalena Pavlich Herrera, Jefa del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales In Vitro de la Universidad Peruana Cayetano Heredia por el otorgamiento de la cepa de *Pleurotus ostreatus* para realizar el trabajo de investigación; asimismo agradecemos al Blgo. Alejandro Sánchez por las facilidades prestadas en el acondicionamiento para el transporte de la cepa. También los autores agradecen al Lic. Estadístico Elías Alberto Torres Armas, por la ayuda en el procesamiento de los datos e interpretación de los resultados, así mismo por sus comentarios y sugerencias al presente trabajo. De igual manera, agradecemos a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de

Amazonas, por la subvención y facilidades prestadas en cuanto a reactivos, equipamiento e infraestructura para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calvo-Bado, L. 2001. Sistemática del género *Pleurotus* con énfasis en las especies cultivadas. En Sánchez, J. E. & Royse, D. (eds). La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Edit. ECOSUR - UTEHA Noriega Editores. Chiapas – México.
- García O., N; R.C., Bermúdez S.; P., Gross C. & M., Hernández H. 2006. Cultivo de cepas de *Pleurotus sp.* sobre pulpa de café. Revista Mexicana de Micología 23: 99-101.
- Levanon, D., O. Danai, 2001. Aspectos ambientales en el cultivo de hongos. En Sánchez, J. E. & Royse, D. (eds). La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Edit. ECOSUR - UTEHA Noriega Editores. Chiapas – México.
- Ríos, R., L. Ruiz. 1993. Aislamiento y cultivo del hongo comestible *Pleurotus afin ostreatus* (Jacq. ex Fr) Kumm en Tingo María. Folia Amazonica 5(1-2): 5 – 16.
- Sánchez, J. 2001. Crecimiento y fructificación. En Sánchez, J. E. & Royse, D. (eds). La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Edit. ECOSUR - UTEHA Noriega Editores. Chiapas – México.
- Sánchez, J. E., Royse, D. 2001. El cultivo de *Pleurotus spp.* En Sánchez, J. E. & Royse, D. (eds). La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Edit. ECOSUR - UTEHA Noriega Editores. Chiapas – México.
- Saldarriaga O., Pineda G, F. 2001. Manual de Micología Aplicada. Edit. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia.
- Vega, A., G., Mata; D., Salmones, R. Caballero. 2006. Cultivo de cepas nativas de *Pleurotus djamor* en Panamá, en paja de arroz y pulpa de café. Revista Mexicana de Micología 23: 93-97.

Correspondencia:

Oscar Andrés Gamarra Torres
Barrio de Higos Urco S/N – Chachapoyas – Amazonas – Perú
osgat77@yahoo.com / ogamarra@indes-ces.edu.pe