

## Artículo de investigación

## Evaluación del efecto de la concentración de sustrato como fuente de nitrógeno y el inóculo en la producción de *pleurotus ostreatus*

### Evaluation of the effect of the concentration of substrate as source of nitrogen and the inoculum in the production of *pleurotus ostreatus*

Jorge Esteban Salcedo Gil\*, Santiago Vargas Londoño\*, Laura S. Torres-Valenzuela\*\*, Johanna A. Serna-Jiménez\*\*\*

\* Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) .

\*\* Magister en Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) [torresvallaura@miugca.edu.co](mailto:torresvallaura@miugca.edu.co), Colombia

\*\*\* Magister en Diseño y Gestión de Procesos, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA). [sernajimjohanna@miugca.edu.co](mailto:sernajimjohanna@miugca.edu.co), Colombia

## Resumen

Uno de los hongos comestibles más estudiado y cultivado durante los últimos años es el *Pleurotus ostreatus* debido a la facilidad de cultivo y a su calidad nutricional. El objetivo de este trabajo fue evaluar crecimiento y la producción *Pleurotus ostreatus* con el fin de establecer las condiciones óptimas respecto al inóculo y sustrato, para esto se utilizó la metodología de superficie de respuesta para evaluar los efectos del porcentaje de inóculo variándolo entre el 3 y 9%, y porcentaje de la fuente de nitrógeno variándolo entre el 20 y 40%, se prepararon 11 tratamientos para realizar las corridas del diseño experimental, como fuente de nitrógeno se utilizó salvado de trigo, como fuente de carbono se utilizó aserrín, los tratamientos fueron incubados en una cámara climática a 28°C y 65% de humedad por 46 días. Después del periodo de incubación se observó el crecimiento micelial en las bolsas de cada tratamiento este se calificó de 1 a 5 siendo 1 el de menor crecimiento y 5 el de mayor. Los tratamientos con mayor crecimiento de micelio en los sustratos fueron los que tenían una composición de 30% de fuente de nitrógeno y un 6% de inóculo. En la superficie de respuesta se observó que el porcentaje óptimo de inóculo está alrededor del 5% y el de fuente de nitrógeno alrededor del 25%. Para un cultivo adecuado del *Pleurotus o*, se deben manejar adecuadamente las condiciones de temperatura, humedad y luz y un manejo aséptico para evitar el crecimiento de otros organismos que compitan por el sustrato.

**Palabras clave:** Hongos, residuos agroindustriales, superficie de respuesta.

Recibido: 02/03/2018  
Revisado: 05/05/2018  
Aceptado: 10/12/2018

Correspondencia de autor:  
[sernajimjohanna@miugca.edu.co](mailto:sernajimjohanna@miugca.edu.co)

© 2018 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

Cómo citar:

Salcedo, J.E., Vargas, S., Torres-Valenzuela, L.S., Serna-Jiménez, J.A. + (2018) Evaluación del efecto de la concentración de sustrato como fuente de nitrógeno y el inóculo en la producción de *Pleurotus Ostreatus*. *UGCiencia* 23, 10-16.



## Abstract

One of the edible fungi more studied and cultivated over the past years is the *Pleurotus ostreatus* due to the ease of cultivation and its nutritional quality. The objective of this study was to evaluate growth and production of *Pleurotus ostreatus* in order to establish the optimum conditions regarding the inoculum and the substrate, for this response surface methodology was used to assess the percentage of inoculum varying between 3 and 9%, and percentage of the nitrogen Source by varying it between 20-40%, were prepared 11 treatments to make runs of the experimental design, the source of nitrogen used wheat bran carbon was used sawdust, treatments were incubated in a climatic chamber at 28 ° C and 65% Humidity for 46 days. Growth was observed after incubation period in each treatment this was described as 1 to 5 being 1 of slower growth and 5 the higher. The treatments with greater growth of mycelium in the substrates were composed of 30% of nitrogen source and 6% of inoculum. Response surface found that the optimum percentage of inoculum is around 5% and the nitrogen supply around 25%. For a crop suitable for the *Pleurotus*. The right conditions of temperature, humidity and light, and aseptic handling should be properly handled to prevent the growth of other organisms that competes for the substrate.

**Key Words:** Fungi, agro-industrial waste, response surface.

## Introducción

A nivel alimenticio los hongos comestibles poseen el doble del contenido de proteínas que los vegetales y disponen de los nueve aminoácidos esenciales, incluyendo leucina y lisina (ausente en la mayoría de los cereales). Así mismo, poseen alta cantidad de minerales (superando a la carne de muchos pescados) y bajo contenido de calorías y carbohidratos. También se caracterizan por tener propiedades medicinales conocidas como generar retardo en el crecimiento de tumores, disminuir los niveles de colesterol en la sangre, poseer sustancias antioxidantes e inmunomoduladoras (Romero, Rodríguez y Pérez, 2000). Son apetecidos ampliamente por su excelente sabor en cocina gourmet, por tanto, la producción de hongos actualmente moviliza cientos de millones de dólares y miles de puestos de trabajo en toda América, particularmente en América Latina, ya que esta región tiene un gran potencial para el cultivo de las especies comestibles por la variedad de climas que posee y la gran diversidad de residuos orgánicos que se generan en los diferentes cultivos agrícolas (Torres, 2003).

Este hongo se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o ricos en fibra como troncos, ramas y bagazos. Para su cultivo se pueden utilizar materiales que contengan una composición similar a los que utiliza para crecer en su ambiente natural (Oei, 2003). Diversos autores han demostrado la capacidad de estos hongos para colonizar una gran variedad de sustratos lignocelulósicos mediante fermentación en fase sólida, caracterizando las etapas de crecimiento micelial y producción de carpóforos. La mayoría de los trabajos estudiaron este proceso de bioconversión empleando subproductos forestales, agrícolas y agroindustriales (Martínez y Buglione, 2015).

La metodología de superficie de respuesta es una herramienta poderosa en la optimización de un proceso. Las principales ventajas que ofrece son la comprensión de cómo diferentes factores, denominados variables de proceso, influyen en una respuesta determinada, el establecimiento de cualquier posible correlación entre factores, y la caracterización del efecto combinado que tales factores pueden tener sobre la respuesta (Lozano, 2010).

En este trabajo se evaluó crecimiento y la producción *Pleurotus ostreatus* con el fin de establecer las condiciones óptimas con respecto al inóculo y sustrato utilizando la metodología de superficie de respuesta.

## Materiales y métodos

### Diseño experimental

Utilizando la metodología de superficie de respuesta se evaluó los efectos de los factores o variables que se reportan con mayor influencia en el crecimiento y la producción de *Pleurotus ostreatus*, porcentaje de inóculo variándolo entre el 3 y 9, y porcentaje de la fuente de nitrógeno de sustrato variándolo entre el 20 y 40 como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Rangos experimentales

Factor	Nombre	Bajo	Medio	Alto
A	Inóculo (%)	3	6	9
B	Sustrato (%)	20	30	40

Fuente: Autores

En la tabla 2 se observan las corridas que se deben realizar para evaluar qué tratamientos presentan mejores resultados dependiendo de las diferentes condiciones que se van a variar (porcentaje de sustrato e inóculo).

Tabla 2. Diseño central compuesto

Corrida	Inóculo (%)	Sustrato (%)
1	6	30
2	6	30
3	3	20
4	9	20
5	6	30
6	3	40
7	9	40
8	10,2426	30
9	1,7574	30
10	6	44,1421
11	6	15,8579

Fuente: Autores

### Superficie de respuesta

Después de hacer las corridas y observar el crecimiento micelial en las bolsas de cada tratamiento este se calificó de 1 a 5 siendo 1 el de menor crecimiento y 5 el de mayor. Estos datos fueron ingresados al software Minitab para que arrojara una gráfica de superficie de respuesta y una gráfica de contorno con el fin de analizar cuáles fueron las concentraciones de inóculo y fuente de nitrógeno que optimizaran el proceso.

### Siembra del inóculo primario

Para evaluar el crecimiento del micelio se prepararon 9 cajas de Petri con medio PDA, se inocularon con semillas de trigo invadidas del hongo, las cuales fueron puestas en el centro de la caja, se llevaron a una incubadora a 28°C, se dejaron incubando hasta cuando la caja estaba completamente llena de micelios (22 días), cada día se fue a registrar el crecimiento midiendo el diámetro del micelio.

### Preparación de medios

En la tabla 3 se observan las cantidades con las que fueron preparadas los 11 medios para realizar las corridas del diseño experimental, como fuente de Nitrógeno (N) se utilizó salvado de trigo adquirido en un mercado local, como fuente de carbono (C) se utilizó aserrín, subproducto obtenido en las fábricas de elaboración de muebles de madera, se utilizó cal y azúcar comprados en un mercado local.

Tabla 3. Composición de los medios

Tratamiento	Fuente N (g)	Fuente C (g)	Cal/Azúcar (g)	Total	Inóculo (g)
1	135	306	9	450	24
2	135	306	9	450	23,55
3	90	351	9	450	12,285
4	90	351	9	450	36
5	135	306	9	450	23,79
6	180	261	9	450	12,315
7	180	261	9	450	36,225
8	135	306	9	450	40,816761
9	135	306	9	450	6,897795
10	198,63945	242,36055	9	450	24,54
11	71,36055	369,63945	9	450	24,18

Fuente: Autores.

Basados en la metodología propuesta por Miles y Chang (1997), los tratamientos fueron empacados en bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de 1 Lb, a estas se les hizo un tapón con algodón para facilitar la aireación del medio, posteriormente se realizó un proceso de pasteurización a 120°C y 15 psi por 15 minutos. Luego se dejaron alcanzar temperatura ambiente y en la cabina de flujo laminar se inocularon los medios, como inóculo se utilizó semillas de sorgo inoculadas con anterioridad y completamente invadidas del hongo *Pleurotus ostreatus*.

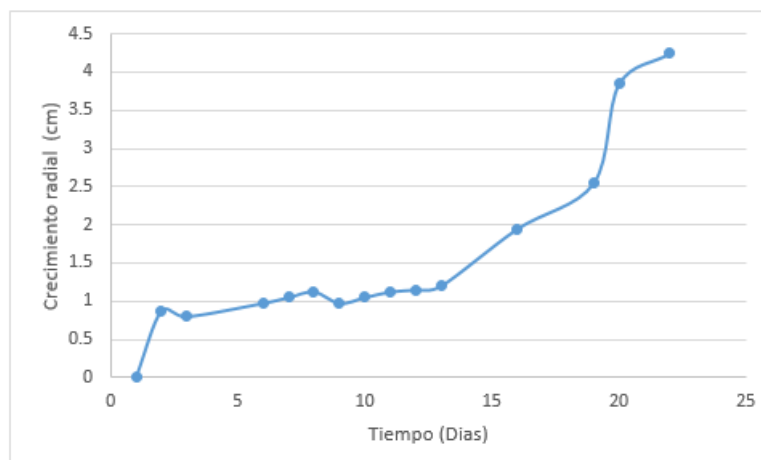
Después se llevaron a incubar en una cámara climática a 28°C y 65% de humedad por 46 días.

## Resultados y discusión

### Inóculo primario

Las cajas de Petri donde se realizó el inóculo primario no presentaron contaminación por otros hongos o microorganismos. La morfología que presentaron los hongos fueron cremosos y un color blanco hasta el día 13, después presentó crecimiento de micelio de color blanco de forma similar a la del algodón. El crecimiento radial del micelio en las cajas de Petri en función del tiempo se ve en la gráfica 1, donde se observa que entre los 13 y 20 días fue donde hubo una mayor velocidad de crecimiento, estos días fue donde se desarrolló el micelio. La velocidad de crecimiento del hongo a lo largo de los 22 días fue 1,35cm/día, Ríos, Hoyos y Mosquera (2010) reporta que la velocidad de crecimiento del *Pleurotus ostreatus* es de 1,12 cm/día para medio de cultivo PDA.

Gráfica 1. Crecimiento del micelio en función del tiempo



### Crecimiento de los hongos

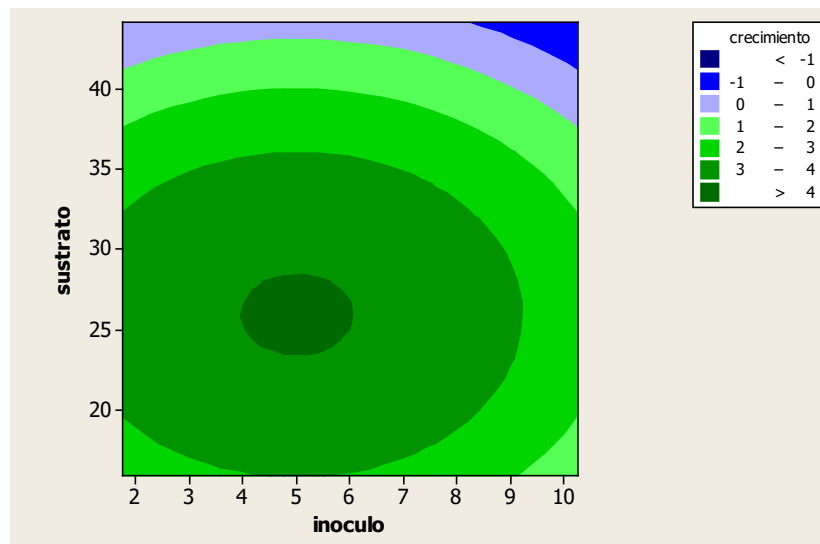
En el crecimiento del *Pleurotus ostreatus* se observó a los 20 días con la presencia de micelio en ciertas zonas de la bolsa en la mayoría de los tratamientos y poco a poco se fueron esparciendo, sin embargo, en otros tratamientos se observó esta presencia a los 25 días y creció en muy poca cantidad, a los 14 días se observó la presencia de contaminación, un moho de color negro apareció en la parte superior de la superficie interna de la bolsa y posteriormente fue invadiéndola, en algunos tratamientos la invadió en su totalidad, la

presencia de esta contaminación posiblemente se debió al exceso de humedad que se presentó en el interior de la cámara climática, ya que esta nunca conservó las condiciones de humedad y temperatura a la cual fue programada en repetidas ocasiones. Al cabo de los 46 días no se pudieron cosechar los carpóforos, tiempo en el que según Velasco y Vargas (2004) se debió presentar, sin embargo, posiblemente por no haber tenido las condiciones de temperatura y humedad adecuadas y al haber presentado contaminación probablemente hubo competencia por nutrientes y el *Pleurotus ostreatus* no tuvo las condiciones para desarrollarse de forma adecuada. Los tratamientos con mayor crecimiento de micelio en los sustratos fueron los tratamientos 1, 2 y 9, estos tenían una composición de 30% de fuente de nitrógeno y un 6% de inóculo.

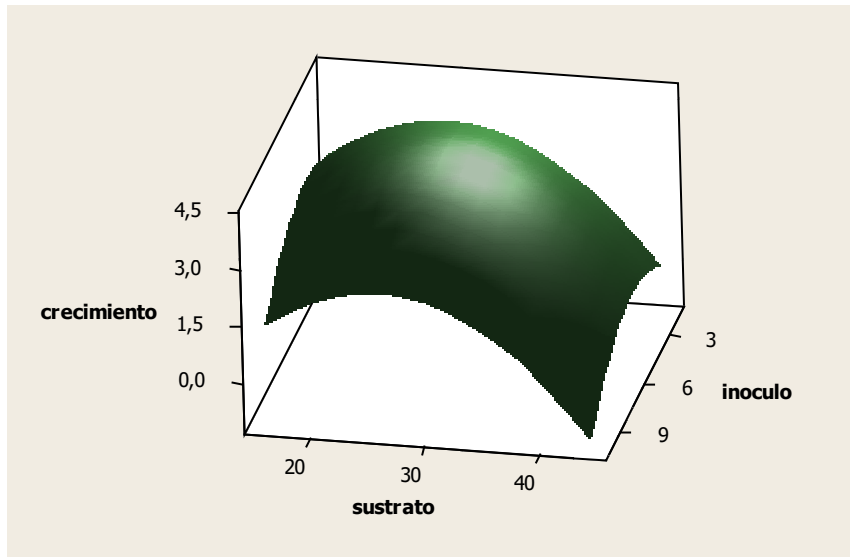
### Superficie de respuesta

Basados en los resultados obtenidos de crecimiento micelial en las bolsas, tanto la gráfica de contornos (gráfica 2) y la superficie de respuesta (gráfica 3), arrojan como resultado que el porcentaje óptimo de inóculo está alrededor del 5% y el de fuente de Nitrógeno es entre un 25 y un 30%, sin embargo, bajo estas condiciones no alcanza a llegar a una calificación de 5, lo que significa que no alcanza un llenado completo de la bolsa en un periodo de 46 días. Estos resultados al ser comparados con lo que reportan Fernández (2004) y Miles y Chang (1997) los niveles de fuente de nitrógeno coinciden, sin embargo, el porcentaje de inóculo que se reporta es entre el 2 y el 3% debido a que no es muy significativa la disminución de tiempo al incluir más inóculo, por el contrario, se incrementan los costos de producción al gastar más semilla en el momento de la inoculación.

**Gráfica 2.** Contorno de crecimiento Vs sustrato inóculo. Fuente: Autores



**Gráfica 3.** Superficie de crecimiento Vs sustrato.



Fuente: autores

## Conclusión

Se obtuvo como resultado que bajo las condiciones presentadas en el laboratorio el porcentaje óptimo de inóculo está alrededor del 5% y el de fuente de Nitrógeno es entre un 25 y un 30% para el crecimiento del micelio. Para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* se debe manejar las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz y un manejo aséptico para evitar el crecimiento de otros hongos o de microorganismos que compitan por el sustrato. Además, el cultivo de este hongo es una alternativa para el uso de residuos de la industria maderera y a su vez es una fuente de generación de ingresos para quien lo produzca, además, se pueden utilizar otros residuos agroindustriales y agrícolas como la cisco y borra de café, cascarilla de arroz, bagazo de caña, entre otros.

## Referencias bibliográficas

- Fernández, F. (2004). Guía práctica de producción de setas (*pleurotus* spp.). Guadalajara, Jalisco. México.
- Lozano, L. (2010). Aplicación de metodología de superficie de respuesta en la optimización de la producción de biodiesel a partir de aceite de microalgas mediante transesterificación en fase homogénea. Recuperado de: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6678/2/136284.pdf>.
- Martínez D y Buglione, M. (2015). Evaluación del crecimiento micelial de *Pleurotus ostreatus* y *Agrocybe aegerita* sobre orujos de pera. Recuperado de: [https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/37/PDF/37\\_2015\\_01.pdf](https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/37/PDF/37_2015_01.pdf).
- Miles, P.; Chang, S. Mushroom biology, Concise Basics and current developments. Primera edición. Ed. World Scientific. Singapore. 1997; 194. Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis257.pdf>.

- OEI. (2003). Mushroom cultivation: Techniques. Species and Opportunities for Commercial Application in Developing Countries. Third edition. TOOL Publications, Amsterdam, The Netherlands., 274.
- Ríos, M; Hoyos, J; Mosquera, S. (2010). Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a12.pdf>.
- Romero, J.; Rodríguez, M.; Pérez, R. (2000). *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología del cultivo. Grupo de Nutrición, Departamento de Física-Química, Facultad de Mecánica Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cuatro caminos. Ciudad de Cienfuegos. Cuba., 16. Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis257.pdf>.
- Torres, M.G. (2003). Potencial de la microbiota nativa comestible y medicinal en el municipio de Quibdó. (Trabajo de grado). Universidad Tecnológica del Chocó. Quibdó, Chocó.
- Velasco, J y Vargas, E. (2004). Cultivo del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*).