

## Producción agroecológica de setas comestibles con iluminación natural<sup>1</sup>

Délira Navarro-Ocaña\*, Jorge Luis Ramajo-Destrades\*, Mario J. Verdecia-García\* y Julio Chacón-Reina\*

---

### Resumen

Las setas son macrohongos con órganos productores de esporas, que pueden vivir en el suelo, aguas dulces y marinas. El género *Pleurotus* spp. contiene todos los aminoácidos esenciales, carbohidratos, minerales, vitaminas, fibra cruda, ergosterol, y su consumo regular incrementa la respuesta inmunológica del cuerpo humano. En la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, bajo condiciones de casa de cultivo, se evaluó el efecto de la iluminación natural sobre el crecimiento de setas *Pleurotus ostreatus* durante tres montajes de 350 bolsas de 1 kg de sustrato cada una. Unas bolsas se expusieron a luz artificial (tratamiento testigo) y otras recibieron luz natural (tratamiento 1). Se controlaron las variables climáticas temperatura y humedad relativa. Los resultados mostraron para ambas condiciones un crecimiento y desarrollo óptimo de las setas en la primera cosecha. A partir de la segunda, la calidad de las setas disminuye por deshidratación de estas. La producción de setas en el tratamiento 1 mostró mejores resultados que las cultivadas con el testigo. Las setas con iluminación artificial mostraron un crecimiento por carpóforo y una colonización del micelio más estable en tiempo, a favor de la producción en condiciones agroecológicas diferentes a las convencionales.

Palabras clave: setas comestibles, crecimiento, iluminación artificial, luz natural.

### Abstract

The mushrooms are conorgans macro fungi producing of spores that can live in the soil, sweet waters and marinate. The gender *Pleurotus* spp., it contains all the essential amino acids, carbohydrates; minerals; vitamins; raw fiber, ergosterol and their consumption to regulate increases the immunologic answer of the human body. In the Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente under greenhouse conditions the effect of the natural illumination was evaluated about the growth of *Pleurotus ostreatus* mushrooms, during 3 assemblies of 350 bags of 1 kg of substratum each one. Some bags were exposed to artificial light (Treatment witness) and others received natural light (Treatment 1). The climatic variables temperature and relative humidity were controlled. The results showed for both conditions a growth and good development of the mushrooms in the first harvest. Starting from second harvest, the quality of the mushrooms diminishes for dehydration of these. The mushrooms production in the Treatment 1 showed better results that those cultivated with the witness. The mushrooms with artificial illumination showed a growth for carpophore and a colonization of the most stable mycelium in time, in favor of the production in agroecological conditions different to the conventional ones.

Key words: edible mushrooms, growth, artificial illumination, natural light.

<sup>1</sup> Recibido: 13/4/2017

Aprobado: 20/10/2017

\* UCTB Estación Experimental Agro-Forestal III Frente. INAF. Santiago de Cuba. beneficio2@tercerfrente.inaf.co.cu

## Introducción

Durante el desarrollo de las actividades de la mayoría de los cultivos agrícolas y de los procesos industriales relacionados con su transformación se generan grandes cantidades de residuos, que por lo general son considerados subproductos de muy baja importancia económica (Rodríguez y Jaramillo, 2005).

Dentro de la amplia gama de los subproductos agroindustriales predominan los de naturaleza lignocelulósica (Muez y Pardo, 2001).

Todos estos residuos obtenidos durante la actividad agrícola ocasionan un impacto ambiental adverso si son arrojados a fuentes naturales de agua. Estos subproductos fibrosos han despertado interés como posible fuente directa de alimentos para el consumo humano y para la producción de energía y fertilizantes (Sánchez, 1995).

Una forma de realizar la transformación de estos para su aprovechamiento es mediante el cultivo agroecológico de hongos tropicales, debido a la descomposición química de estos y de otros generados en el sector agrícola en la producción de caña de azúcar, arroz, frijol y café, entre otros (Rodríguez y Jaramillo, 2005; y Nieto, Chegwin y Osorio, 2007).

Las setas son macrohongos que poseen órganos productores de esporas característicos de los basidiomicetos y los ascomicetos que pueden vivir en el suelo, en aguas dulces y marinas (Ríos, Hoyos y Mosquera, 2010).

Dentro de la producción mundial de setas comestibles se destaca el cultivo del género *Pleurotus*, con alto valor proteínico y medicinal que permite su acceso a mercados abiertos con buenos precios de venta en el ámbito internacional (Rodríguez y Jaramillo, 2005).

Contienen además todos los aminoácidos esenciales, carbohidratos, minerales, vitaminas, fibra cruda y ergosterol, fundamental para el buen desarrollo de huesos y dientes. Traen además muchos beneficios medicinales, porque su consumo regular incrementa la respuesta inmunológica del cuerpo humano, volviéndolo más resistente y muchas veces hasta revirtiendo las enfermedades. Generalmente se producen bajo condiciones controladas de humedad, iluminación y temperatura (Ríos, Hoyos y Mosquera, 2010).

Investigaciones científicas apoyan la idea que si los individuos incluyeran en su dieta las setas, estas traerían muchos beneficios medicinales, porque su consumo regular incrementa la respuesta inmunológica del cuer-

po humano, volviéndolo más resistente y muchas veces hasta revirtiendo las enfermedades (Cuadernos Latinoamericanos de Admón., 2008).

Debido a su riqueza proteica, su consumo regular podría cubrir muchas de las necesidades del cuerpo en proteínas. Su cultivo se realiza bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y luz artificial durante las diferentes fases del crecimiento. Guarín y Ramírez (2004) y Garzón y Cuervo (2008) refieren condiciones habitualmente utilizadas de iluminación, que comprenden la utilización de luz indirecta artificial inductora del crecimiento en la fase de fructificación o estado regenerativo; pero investigaciones recientes arrojaron que es posible su desarrollo en condiciones agroecológicas seminaturales.

Es por ello que el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes condiciones de iluminación sobre el crecimiento de *Pleurotus ostreatus* que permitan un desarrollo agroecológico de las mismas, aprovechando residuos endógenos y condiciones ambientales lo más naturales posibles.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en una casa de cultivo diseñada para la producción de hongos comestibles, ubicada en la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, en el municipio de Tercer Frente de la provincia Santiago de Cuba, con el objetivo de evaluar el efecto de la iluminación natural sobre la producción agroecológica y crecimiento de *P. ostreatus*.

Las condiciones de la casa de cultivo se correspondieron con las citadas por Rodríguez y Jaramillo (2005), quienes recomiendan para zonas cálidas con temperaturas mayores a 23 °C salones de incubación y fructificación de plástico (para la reflexión de la luz). Se colocaron esteras de saco de yute en el piso de cemento para mantenerlo húmedo, y ventilación natural que se logra disponiendo de ventanillas superiores e inferiores protegidas de mallas antiáfidas que permiten la entrada de aire y luz, así como evitan la entrada de insectos.

Durante la experiencia se controlaron las variables del ambiente, que oscilaron entre los 23 °C y 30 °C para la temperatura ambiental, mientras que la humedad relativa osciló entre los 78 % y 90 %. Ante valores superiores o extremos a los reportados para su óptimo cultivo (temperatura 15-21 °C y humedad relativa 80-95 %), se realiza-

ron ajustes ambientales para inducir al micelio a formar cuerpos fructíferos (Sánchez y Royse, 2001; y Mata, Ortega y Pérez, 2011), que consistieron en alternativas de riego aéreo o interno en la casa para el refrescamiento de las paredes, techo y piso durante algunas horas del día y así evitar que el sustrato se reseque.

En el caso de las condiciones ambientales de iluminación, donde habitualmente se utiliza luz indirecta artificial como inductora del crecimiento, se substituyó para el tratamiento 1, solo con la luz natural que aportaban las ventanillas superiores e inferiores de la casa. Esto conllevó a minimizar los gastos por fluido eléctrico al no utilizar la luz artificial proveniente de lámparas de luz fría de 40 W, que sí se activaron para el área de los bolsos del tratamiento testigo.

Se utilizaron para el estudio bolsas de polietileno de color negro (alternativa actual) de 1 kg de sustrato, dimensión 18 cm x 30 cm y grosor de 1  $\mu$ , que fueron dispuestas colgadas en estantes de dos pisos diseñados al efecto. Cruz y col. (2010) refieren que la utilización de dos niveles en los estantes permite que no haya roce entre las bolsas y así evitarles daños a los hongos en crecimiento. El sustrato utilizado fue pulpa de café (90 %) y restos de cosecha de frijoles (10 %), previamente secados al sol y pasterizados en un tanque de 55 galones a temperatura de ebullición del agua durante una hora.

Una vez que culminó la fase de inoculación (20 días) y se inició la fase de fructificación con la aparición de los primeros primordios, se establecieron dos tratamientos de 20 bolsas cada uno (testigo: luz artificial y tratamiento 1 (T1: luz natural), que fueron ubicadas al azar dentro de la caseta cubriendo ambas áreas (1. Área con luz artificial y 2. Área con luz natural) en un diseño completamente al azar.

La experiencia se evaluó durante todo el montaje en diferentes fechas de cosecha, atendiendo a la producción por bolsa, y que según reportes de Cruz y col. (2010) y de otros autores para Cuba, entre 20 y 30 días ya el micelio ha cubierto el sustrato interno en las bolsas y comienzan a desarrollarse los cuerpos fructíferos fuera de las mismas.

Para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos, los datos productivos se graficaron y analizaron con los programas Microsoft Excel y Análisis de Varianza, y las diferencias significativas se evaluaron por el test de Duncan con un nivel de significación del 5 % de probabilidad.

## Resultados y discusión

El análisis estadístico de los resultados mostró mejor comportamiento para el tratamiento 1 en la segunda cosecha para las setas cultivadas en luz natural con respecto a la luz artificial, comúnmente utilizada en el cultivo de setas comestibles de *P. ostreatus* (Tabla 1).

**Tabla 1. Producción media por bolsa y cosecha (kg)**

<i>Tratamiento</i> <i>Cosecha</i>	<i>Testigo</i> <i>(luz artificial)</i>	<i>T1</i> <i>(luz natural)</i>
1ra.	0,75b	0,05c
2da.	0,57 b	1,96 a
3ra.	0,32 b	0,19 c
$\Sigma$	1,63	2,15
X	0,55	0,73
Tukey	b	a

Al comparar el nivel de diferenciación significativa con el test de Tukey, este definió al tratamiento con luz natural (T1) como el de mejores resultados.

Se observó además que el tiempo requerido para la formación y desarrollo de primordios e inicio de la fructificación resultó favorable al tratamiento testigo con respecto al tratamiento de luz natural (T1), lo que pudo estar relacionado con la favorable amplitud de iluminación que recibieron las bolsas de esta parte, que es uno de los factores más propicios para el desarrollo de las setas en su fase inicial. Rodríguez y Jaramillo (2005) refieren que la luz promueve la fructificación y puede producir variaciones en la pigmentación. No obstante, a partir de la segunda y hasta la última cosecha, las setas con luz natural (T1) crecieron y lograron un desarrollo normal e incluso superior a las del tratamiento testigo.

Rodríguez y Jaramillo (2005) citan que *Pleurotus* spp. requiere una luz de longitud de onda corta (150-200 lux). Otros autores como Sánchez y Royse (2001) afirman que la luz diurna suele ser suficiente para obtener buenas fructificaciones, pero en ausencia de luz o en condiciones deficientes de esta se puede inhibir la fructificación o reducir de forma significativa la cosecha.

Sin embargo, la producción de setas con iluminación artificial (testigo) mostró un crecimiento por carpóforo (oreja) y una habilidad para la colonización del micelio mucho más estable en el tiempo (Fig. 1). Este último atributo facilita la penetración rápida al sustrato, lo que coincide con los reportes de Zadrazil (1978), citado por Rodríguez y Jaramillo (2005).

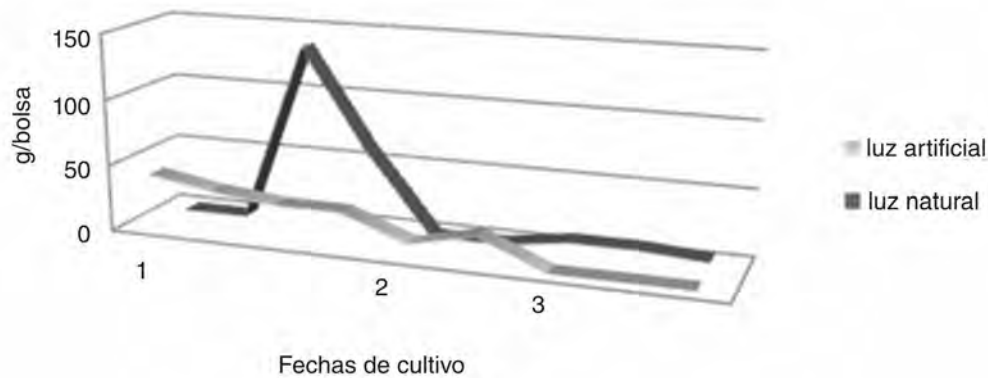


Fig. 1. Producción promedio de setas por bolsa de tiempo.

Independientemente de los estándares reportados en otros resultados, para el presente trabajo los parámetros ambientales oscilaron entre los 23 °C y 30 °C para la temperatura ambiental dentro de la casa, y entre los 78 % y 90 % de humedad, ya que el período de montaje se correspondió con el final de la época de verano e inicio del invierno, período en el cual las temperaturas resultan elevadas durante el día con tendencia a su normalización durante la noche, ocurriendo lo contrario con la humedad relativa. Ríos, Hoyos y Mosquera (2010) reportan valores inferiores para la temperatura (15 a 20 °C) y similares para la humedad (90-95 %) a las condiciones del presente estudio.

En la culminación y volumen de producción pudo incidir el color de las bolsas, que requieren de una fase oscura para su desarrollo que resulta mejor aprovechada en las bolsas de este color (negro), donde habitualmente se utilizan bolsas de color transparente que facilitan la colonización del inóculo, pero posteriormente retrasan el desarrollo de los cuerpos fructíferos.

Estos resultados permiten un aprovechamiento de las condiciones de cultivo agroecológicas, tomando en consideración las numerosas ventajas que ofrece este nuevo proceder:

- Se utilizan sustratos de crecimiento con residuos vegetales ricos en lignina y celulosa, que resultan muy poco asumidos por otros organismos competidores de sustrato y que habitualmente constituyen contaminantes.
- Su crecimiento es muy rápido, posee una fácil adaptación a diferentes condiciones ambientales y su rendimiento promedio supera el peso del sustrato sobre el cual crece.

- Es una forma supereficiente de convertir desechos contaminantes al medio en alimentos de prolongada vida poscosecha, agradables en sabor y altamente nutritivos.
- Los residuos de cosecha conforman un residual mucho más degradado y utilizable en la producción de biogás, lombricultura, mejorador de suelo, entre otros que reduce de manera general la acumulación de materia orgánica vegetal.

### Conclusiones

- La producción agroecológica de setas en bolsas de color negro en condiciones de iluminación natural (T1) mostró mejores resultados que los cultivados en luz artificial (testigo).
- La producción de setas con iluminación artificial (testigo) mostró un crecimiento por carpóforo (oreja) y una habilidad para la colonización del micelio mucho más estable en el tiempo.

### Bibliografía

- Cuadernos Latinoamericanos de Administración - Vol. IV No. 6 enero-junio de 2008.
- Cruz, D.; López de León, E.; Pascual, L. F. y M. Bataglia: Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Jour. Agric. and Envirom. for Intern. Devel*, 104 (3-4): 139-154, 2010.
- Garzón, J. P. y J. L. Cuervo: Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova-Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 6(10): 101-236, 2008.

- Guarín, J. A. y A. A. Ramírez: "Estudio de factibilidad técnico-financiero de un cultivo del hongo *P. ostreatus*" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Javeriana, Bogotá, 2004.
- Mata, G.; Ortega, C. y Rosalía Pérez: Inóculo suplementado: evaluación de un método para optimizar la producción para el cultivo de *Pleurotus* en pulpa de café. *Rev. Mex. Mico.*, 34:53-61, 2011.
- Muez, M. A. y J. Pardo: *La preparación del sustrato*.-- En: Sánchez, J. E. Royse, D. J. Eds. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. en México.-- Editorial Limusa: pp. 157-186, 2001.
- Nieto, Ivonne; Carolina Chegwin y Héctor Osorio: Incorporación de cafeína en el hongo *Pleurotus sajor - caju* cultivado sobre pulpa de café. *Rev. Iberoam. Micol.*, 24:72-74, 2007.
- Ríos, María del P.; Hoyos, J. L. y S. A. Mosquera: Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Fac. Cienc. Agropecuarias*, 8 (2):87-94, 2010.
- Rodríguez, Nelson y Carmenza Jaramillo: Cultivos de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas en la zona cafetera. *Cenicafé- Boletín técnico*, 27:5-56, 2005.
- Sánchez, H.: Volúmenes de producción de subproductos, costos e impacto social y ambiental. En: *Seminario Manejo de subproductos agroindustriales y recursos no convencionales en la alimentación animal*. — Palmira: Univ. Nacional: 1-12, 1995.
- Sánchez, J. E; D.J. Royse: La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. en México.-- Editorial Limusa, 290 pp., 2001.

