

## **Valor agregado del sustrato remanente obtenido en el cultivo de seta comestible-medicinal *Pleurotus ostreatus***

Added value of the remaining substrate obtained in cultivation of edible-medicinal mushroom *Pleurotus ostreatus*

DrC. Rosa Catalina Bermúdez Savón<sup>1\*</sup>

DrC. Nora García Oduardo<sup>1</sup>

MSc. Irene Mustelier Palenzuela<sup>2</sup>

MSc. Osmar Martínez Ramírez<sup>3</sup>

Ing. Yadira López Ferrera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

<sup>2</sup>Empresa Productora y Comercializadora de Semillas, Santiago de Cuba. Cuba

<sup>3</sup>Centro Universitario Municipal de Contramaestre, Santiago de Cuba. Cuba

<sup>4</sup>Empresa Proyectos de la Agricultura. Santiago de Cuba. Cuba

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [catalina@uo.edu.cu](mailto:catalina@uo.edu.cu)

### **RESUMEN**

Los hongos superiores del género *Pleurotus*, además de su demostrado potencial en alimentación humana, muestran importantes aplicaciones biotecnológicas: son productores de moléculas con propiedades farmacéuticas, reducen el nivel de los residuos lignocelulósicos de la naturaleza, contribuyendo a la restauración de ecosistemas del planeta y a la eliminación biológica de contaminantes. El sustrato remanente, obtenido del cultivo de las setas *Pleurotus* (SRS) conteniendo biomasa micelial, constituye buen alimento para animales y se emplea como abono para el cultivo de plantas. En este trabajo se presentan los resultados del uso del sustrato

remanente del cultivo de *Pleurotus* sp. (SRS) sobre pulpa de café, en el proceso de aclimatación del plátano de la variedad Gran enano (*Musa sp.*). Se concluye que los dos abonos orgánicos: la combinación humus: SRS<sub>2</sub> y el humus puro presentan las características fundamentales que se requieren para que un fertilizante orgánico se pueda utilizar en la adaptación de las *vitro*-plantas. Los resultados obtenidos revelan como la biotecnología de setas *Pleurotus* se involucra en potentes bioconversiones de materias renovables y tecnologías de procesamiento, pero principalmente en productos de alto valor agregado.

**Palabras claves:** fertilizante orgánico; alimento animal; setas comestibles-medicinales; re-uso.

## ABSTRACT

The *Pleurotus* mushrooms, in addition to their demonstrated potential in human nutrition, shows important biotechnological applications: they are producers of molecules with pharmaceutical properties, they reduce the level of lignocellulosic residues in nature, contributing to the restoration of the planet's ecosystems, and to the biological elimination of contaminants. The remaining substrate obtained in the cultivation of *Pleurotus* mushrooms over coffee pulp (SRS, in Spanish), whit micelial biomass, is a good foods for animals, as well as, fertilizers for the cultivation of plants. In this work, are presented the results obtained for use of remaining substrate (SRS) in the process of acclimation of the plantain of the Gran enano (*Musa sp.*). Finally, is demonstrated that these two organic fertilizers: the combination humus: SRS<sub>2</sub> and humus pure, present the fundamental characteristics that are required for an organic fertilizer to be used in the adaptation of *vitro*-plants. The results reveal how *Pleurotus* mushroom biotechnology is involved in processing technologies and powerful bioconversions of renewable materials, but mainly in products with high added value.

**Keywords:** Organic fertilizers; animal feed; edible-medicinal mushrooms; re-use.

Recibido: 8/09/2018

Aceptado: 15/01/2019

## Introducción

La biotecnología de producción de setas comestibles ha demostrado ser una técnica que aprovecha de manera eficiente el espacio, la energía y el recurso hídrico que se requieren para producir alimentos, en comparación con otros procesos.<sup>(1-4)</sup>

Al ampliarse el conocimiento en torno a la producción de setas y gracias a la demanda creciente de estos productos alimenticios en los mercados, la producción de setas comestibles ha aumentado de manera considerable en las últimas décadas, en 2012 fue de 20 millones de ton,<sup>(5)</sup> ocupando el segundo lugar el *Pleurotus* spp.

La industria de la producción de setas tiene sus ventajas, sin embargo, también genera algunos problemas, entre los que destaca la deposición de los desechos provenientes de los procesos de producción.<sup>(6)</sup> Por cada kg de setas cosechadas se generan varios kg de desechos.

Las especies comestibles de *Pleurotus* representan un potencial durante su cultivo no solo en la obtención de fructificaciones para consumo directo, sino también para generar material residual o agotado con posibilidad de ser utilizado como abono orgánico o en la alimentación animal, entre otros usos.<sup>(7)</sup> En la producción de setas comestibles se genera una cantidad significativa de material residual, por lo que a escala internacional se están implementando o evaluando los usos benéficos de este sustrato remanente (tabla 1).

**Tabla 1.** Uso del sustrato remanente de setas (SRS) como abono y alimento animal

Abono	Alimento animal
Para la producción de cultivos en viveros <sup>(8,9)</sup>	Para búfalos <sup>(14,15)</sup>
Para la producción de tomates <sup>(10)</sup>	Para rumiantes <sup>(16)</sup>
Para la producción de cultivos hortícolas <sup>(11)</sup>	Para conejos <sup>(17)</sup>
Para el cultivo de plantas ornamentales <sup>(12)</sup>	
Desechos vegetales: pulpa <sup>(13)</sup>	

En la agricultura el sustrato remanente obtenido luego del cultivo de las setas comestibles, puede ser aprovechado en la producción de hortalizas, en la reutilización para el cultivo de otras setas, como complemento en alimentación de animales de granja y peces, en el manejo de plagas y en la biorremediación.<sup>(18,19)</sup>

En la mayoría de los casos, sin embargo, su aprovechamiento ha sido desestimado y no recibe ningún uso posterior,<sup>(19,20)</sup> por esta razón, se buscan nuevas y mejores alternativas de aprovechamiento que hagan atractivo su re-uso, recuperación o reciclaje, y en particular como fertilizante orgánico. Como este último puede emplearse en la horticultura siendo un componente de las mezclas de suelos, para enriquecerlo.<sup>(12,13)</sup>

En el Centro de Estudios de Biotecnología Industrial, CEBI, está implementada la tecnología de producción de las setas comestibles *Pleurotus ostreatus* utilizando la pulpa de café. Esta tecnología es capaz de generar, como consecuencia de la fermentación sólida—además de las setas— una buena cantidad de sustrato remanente (SRS). Este sustrato está constituido por la pulpa de café detoxificada, posee adecuado contenido proteico y mayor digestibilidad,<sup>(11,21)</sup> por lo que puede ser también empleado como complemento de la dieta animal.<sup>(17)</sup>

Los objetivos de este trabajo fueron realizar una valoración del empleo del sustrato remanente obtenido del cultivo de *Pleurotus* spp., para la producción de abono orgánico y alimento animal y evaluar la utilización de dicho sustrato en el proceso

del cultivo *in vitro*, en particular en la fase de aclimatación del plátano de la variedad Gran enano (*Musa sp.*).

## **Fundamentación teórica**

El cultivo de las setas comestibles *Pleurotus* ha tenido como finalidad propiciar alternativas de manejo de subproductos agrícolas, y en particular, el empleo de subproductos de la industria cafetalera, para evitar que se conviertan en una fuente de contaminación. El sustrato remanente que se genera después de realizada la cosecha de las setas comestibles (SRS) de acuerdo a su caracterización química, <sup>(11)</sup> posee cualidades de compost, superiores a otros abonos, por el alto porcentaje de materia orgánica y el contenido de nitrógeno, lo que permite su utilización como fertilizante orgánico.

### **SRS en aclimatación de plátano variedad Gran enano (*Musa sp.*)**

La biotecnología vegetal se ha convertido en una importante vía para el avance de la agricultura, ya sea en la conservación e intercambio de germoplasma, producción de propágulos, así como en la introducción de nuevos clones y obtención de individuos más productivos y con mayor resistencia al estrés abiótico. <sup>(22)</sup>

El cultivo del plátano (*Musa spp.*) es importante fuente de alimento para gran parte de la población mundial, localizada principalmente en países subdesarrollados de Asia, África, América Central y del Sur, la producción anual se estima en 43,4 millones de ton y los rendimientos en 73,3 ton·ha<sup>-1</sup>.<sup>(23)</sup> El plátano es un rubro alimenticio de gran importancia económica en Cuba, el tipo vianda constituyen un cultivo estratégico de elevada prioridad, dentro del programa alimentario nacional.<sup>(24-26)</sup> Una de las técnicas de la Biotecnología Vegetal, desarrollada en Cuba en centros de investigación, es el cultivo *in vitro*, con el fin de asegurar la producción de plátano vianda y/o fruta.

Uno de los fines fundamentales del cultivo *in vitro* -aplicado a la agricultura- es generar aumentos sustanciales en la producción y/o rendimiento de este rubro, a

través de nuevos enfoques, permitiendo la expansión de la superficie sembrada.  
(27)

La micro propagación *in vitro* presenta grandes ventajas con respecto a los métodos tradicionales de cultivo asexual, por su alto coeficiente de multiplicación, fácil transportación y la garantía de producir plantas libres de plagas y enfermedades. Además, las plantas producidas *in vitro* presentan mayor crecimiento y vigor, incrementándose los rendimientos en más de 60%.<sup>(28)</sup>

En la propagación comercial de cultivos, la fase de aclimatación presenta dos objetivos principales, la sobrevivencia de las plantas al momento del trasplante y el crecimiento de las mismas hasta alcanzar un desarrollo que les permita ser trasplantadas a campo abierto.<sup>(27)</sup> Durante esta fase se produce un retorno gradual de las plantas a sus características morfológicas normales, después de las etapas de propagación *in vitro*. La eficiencia en la aclimatación es trascendental para la propagación comercial, pues del resultado de esta, dependerá en gran medida la eficiencia total del proceso y la calidad final de las plantas.

Para las plantas propagadas *in vitro* es necesario tener una serie de cuidados durante su manipulación y trasplante a sustrato.<sup>(29)</sup> El sustrato es el soporte de la planta donde se desarrollan las raíces, en él ellas deben encontrar el agua y los elementos necesarios para su crecimiento, este sustrato debe de cumplir varios requerimientos, como: estabilidad física, fertilidad, capacidad de retención de agua y otros.<sup>(25)</sup> Entre los materiales que se utilizan en la preparación de sustratos se encuentran la turba, las arenas y las gravas, los residuos de plantas y otros.<sup>(29,30)</sup> Se utilizan también con mucha frecuencia los compost a partir de residuos agrícolas y el humus de lombriz, combinados o puros, se emplean en mezclas de 25 a 50%.<sup>(31)</sup>

En este trabajo se escogen, para la fase de aclimatación, como sustratos: el humus de lombriz y el SRS, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en anteriores trabajos.<sup>(9,32,11)</sup>

## **Métodos utilizados y condiciones experimentales**

El desarrollo experimental se realizó en una parcela del organopónico semi-protegido de la Biofábrica Santiago perteneciente a la Empresa de Semillas Varias del Ministerio de la Agricultura de Cuba y en el CEBI, específicamente en la Planta de Investigación - Producción de setas comestibles.

### **Caracterización del SRS y el humus**

El SRS se seca al sol, durante tres días, se muele y se tamiza, seleccionando para las experiencias el tamaño de partícula entre 2-0,42mm. El humus de lombriz, procede del Centro Provincial de Lombricultura de Santiago de Cuba.

Para analizar la efectividad y calidad del SRS y el humus, que se utilizaron como abonos orgánicos en la fase de aclimatación, se procedió a realizar la caracterización de los mismos en los laboratorios de análisis químico del CEBI y de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Se determinan los parámetros: pH, cenizas, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio.<sup>(33)</sup>

Los resultados se reportan en % base seca, y son promedio de tres determinaciones. La relación carbono nitrógeno (C/N) se calcula por la expresión  $\%C=0,58(\%materia\ orgánica)$ ,<sup>(34)</sup> el nitrógeno total, por el método de Kjeldahl.<sup>(33)</sup>

### **Experimento de aclimatación**

Durante la aclimatación se cumplieron las especificaciones de calidad para realizar la siembra de las *vitro*-plantas, con un tamaño mayor de 5cm, número de hoja de 4 a 5, en plantas vigorosas y con un desarrollo del sistema radicular adecuado, plantadas, en contenedores o cepellón. Se utilizaron *vitro*-plantas de plátano de la variedad Gran enano (*Musa sp.*). Los contenedores empleados fueron bandejas blancas, rígidas, de poliespuma de procedencia cubana de 70 alvéolos; se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto. Se emplearon en el experimento diferentes sustratos secos, puros y combinados: SRS<sub>1</sub>, SRS<sub>2</sub>, humus y la combinación 1:1 de humus: SRS<sub>2</sub>. Se procedió según la metodología establecida.<sup>(35)</sup>

Los resultados fueron analizados estadísticamente por el procesador STATGRAPHICS PLUS versión 5.0. En caso de existir diferencias entre las medias, se compararon según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5%.

## Resultados y discusión

Los SRS empleados como sustratos en la fase de aclimatación corresponden a diferentes lotes productivos de setas *Pleurotus* obtenidos en el CEBI. Las eficiencias biológicas obtenidas fueron de 86,9% para el SRS<sub>1</sub> y 119,3% para SRS<sub>2</sub> considerándose buenas para su uso como abonos. <sup>(11)</sup>

La caracterización química de los abonos orgánicos empleados (tabla 2) muestra que el % de nitrógeno total de los SRS duplica el del humus de lombriz y el potasio también se encuentra en valores superiores.

**Tabla 2.** Caracterización química del sustrato remanente de setas (SRS) y del humus de lombriz

Abonos	pH	Materia orgánica	Cenizas	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Relación C/N
SRS <sub>1</sub>	7,1	75,10±2,50	24,90±0,12	3,39±0,05	0,16±0,03	1,74±0,53	12,85±0,17
SRS <sub>2</sub>	8,1	79,61±2,10	20,39±0,20	3,41±0,05	0,16±0,04	1,99±0,43	13,53±0,20
Humus	6,8	76,90±2,30	23,10±0,30	1,68±0,04	0,58±0,06	0,06±0,50	26,53±0,37

Los basidiomicetos del género *Pleurotus* son capaces de degradar prácticamente cualquier residuo vegetal, debido a sus enzimas ligninolíticas, <sup>(36)</sup> después de cultivar y cosechar las setas, la relación C/N del sustrato disminuye y puede ser utilizado como abono para el suelo; con la degradación, estos compuestos pasan a formar moléculas más simples, favoreciendo la asimilación más efectiva de estos nutrientes por el sistema radicular de las plantas. <sup>(34,19)</sup>

Los contenidos de fósforo y potasio de los SRS son menores a los presentados por el humus de lombriz, esto se debe a la gran asimilación de potasio y fosfato por parte del hongo, en su etapa de crecimiento y desarrollo. <sup>(32)</sup> Se destaca, por varios autores, la importancia de la presencia de los nutrientes, fósforo y potasio,



en la materia orgánica, siendo el nitrógeno, el componente de las proteínas y de compuestos orgánicos que favorecen el crecimiento en los vegetales.<sup>(37)</sup>

Los SRS presentan porcentos de materia orgánica que se encuentran en el rango o superan el contenido en otros materiales orgánicos de uso tradicional en la agricultura,<sup>(38)</sup> cuestión que sugiere considerar la aplicación de los SRS como sustratos de siembra, por presentar un efecto benéfico sobre las plantas y el suelo, por su aporte en el contenido de materia orgánica, que es considerada como indicador excelente para medir la sostenibilidad de los agro ecosistemas; de ella depende en gran medida, una buena estabilidad hídrica de los agregados y por tanto una construcción adecuada del sistema de suelo.<sup>(39)</sup>

La relación carbono nitrógeno C/N y el pH en los compuestos orgánicos son los que determinan cuando una materia orgánica está en condiciones óptimas para ser utilizada como fertilizante de las plantas,<sup>(32)</sup> cuando los materiales residuales presentan la relación C/N entre 10 y 12 y el pH está cercano a la neutralidad (6 a 8), se considera ya descompuesto, estabilizado y apto para ser utilizado en el campo como fertilizante orgánico, en este caso, como se puede observar (tabla 2) los SRS estudiados presentan valores de relación C/N cercanos a 12.

Por otra parte, teniendo en cuenta el criterio de materia orgánica y relación C/N<sup>(40)</sup> para evaluar la calidad de los fertilizantes orgánicos, se puede afirmar que los sustratos remanentes (SRS), obtenidos del cultivo de setas *Pleurotus* sobre la pulpa de café son de calidad superior, pueden considerarse un abono orgánico excelente y que se encuentran en condiciones ideales para utilizarse como fertilizante.

Los parámetros morfológicos obtenidos con el uso de los abonos orgánicos estudiados en esta investigación, puros y combinados; en el desarrollo de las *vitro*-plantas se muestran en tabla 3.

**Tabla 3.** Aplicación de los abonos, SRS y humus puros y combinados en la fase de aclimatación del plátano Gran enano

Parámetros morfológicos		SRS <sub>1</sub>	SRS <sub>2</sub>	Humus:SRS <sub>2</sub>	Humus
Tallo	Altura (cm)	16,0±1,2 <sup>a</sup>	17,8±1,7 <sup>a</sup>	23,2±1,8 <sup>b</sup>	24,2±1,6 <sup>b</sup>
Hojas	Cantidad (unidades)	6,0±1,0 <sup>a</sup>	6,0±1,0 <sup>a</sup>	7,1±0,8 <sup>a</sup>	7,0±0,9 <sup>a</sup>
	Largo (cm)	4,9±1,1 <sup>a</sup>	6,1±1,1 <sup>a</sup>	8,0±0,5 <sup>b</sup>	8,0±0,6 <sup>b</sup>
	Ancho (cm)	10,3±1,5 <sup>a</sup>	12,0± 2,0 <sup>a</sup>	15,7±1,7 <sup>b</sup>	15,8±1,7 <sup>b</sup>
Raíces	Cantidad (unidades)	5,4±0,5 <sup>a</sup>	6,0±0,0 <sup>a</sup>	6,0±0,0 <sup>a</sup>	6,0±0,0 <sup>a</sup>
	Largo (cm)	9,1±1,0 <sup>a</sup>	13,2±2,0 <sup>b</sup>	17,4±1,5 <sup>c</sup>	17,0±1,6 <sup>c</sup>

Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas para 95% de confiabilidad.

Para los abonos empleados, no se observó diferencias significativas en el desarrollo vegetativo de las plantas en cuanto a la cantidad de hojas; para el ancho de estas, la combinación humus: SRS<sub>2</sub> y humus puro, no hay diferencias, pero sí son diferentes con respecto a los SRS puros. Para el parámetro largo las hojas, se refleja una marcada diferencia entre los SRS puros con respecto al humus y la combinación, sin embargo al comparar estos dos últimos entre ellos, no existen diferencias significativas (tabla 3).

Con respecto a la cantidad de raíces, todos los abonos tienen igual efecto, sin embargo, para el largo de ellas, solo no hay diferencias entre el humus y la combinación humus: SRS<sub>2</sub>. Estos dos abonos orgánicos presentan las características fundamentales que se requieren para que un fertilizante orgánico se pueda utilizar en la adaptación de las *vitro*-plantas, tales como: estabilidad física, capacidad de retención de nutrientes, capacidad de retención de agua y fertilidad.<sup>(27)</sup>

Todos los abonos estudiados favorecieron desarrollo foliar y radicular en las plantas cultivadas (figura 1), cuestión de importancia debido a que el plátano está considerado como de alta demanda de nutrientes, lo que puede verse favorecido al disponer de un mejor sistema radicular. La obtención de posturas con buen desarrollo foliar, es vital para un excelente desarrollo y calidad de las plantas, ya

que pueden convertir con mayor facilidad el nitrógeno y el fósforo orgánico a formas asimilables. <sup>(41)</sup>



**Fig. 1-** Posturas del plátano Gran enano luego de aclimatación, listas para el cultivo.

El estudio de fase de aclimatación es crucial en la vida de las plantas, para evitar que se produzcan situaciones de estrés, en plantas que inician su desarrollo, cuyos efectos podrían no ser observables hasta que la misma no alcance la fase adulta. <sup>(25)</sup>

## Conclusiones

-La utilización del SRS como abono orgánico es una alternativa más para el desarrollo de una agricultura orgánica y la alimentación animal, contribuyendo a la preservación del medio ambiente y por ende al desarrollo sostenible.

-Se destaca que en la fase de adaptación de las *vitro*-plantas del plátano variedad Gran enano (*Musa sp.*) la aplicación más efectiva de los sustratos remanentes SRS es la combinación 1:1 de humus: SRS<sub>2</sub>, con los mejores valores de indicadores de crecimiento de las plantas de plátano.

## Referencias bibliográficas

1. MUKHERJEE, R and NANDI, B. Improvement of *in vitro* digestibility through biological treatment of water hyacinth biomass by two *Pleurotus sp.* *Int Biodeterior Biodegradation*. 2004, **53**, pp. 712. ISSN 0964-8305.
2. MANDEEL, Q; AL-LAITH, A; MOHAMED, S. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*) on various lignocellulosic wastes. *World J Microbiol Biotechnol.* 2005, **21**, pp. 601-607. ISSN 0959-3993.
3. RANI, P; KALYANI, N; PRATHIBA K. Evaluation of lignocellulosic wastes for production of edible mushrooms. *Appl Biochem Biotechnol.* 2008, **151**, pp.151-159. ISSN 0273-2289.
4. PHILIPPOUSSIS, A. Production of Mushrooms Using Agro-Industrial Residues as Substrates. En: Poonam Singh-Nee Nigam, Ashok Pandey, *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilization*. Springer Netherlands, 2009, pp.163-196. ISBN-13: 978-1402099410.
5. Li, Y. Present development situation and tendency of edible mushroom industry in China. En: 18<sup>th</sup> Congress of the International Society for Mushroom Science. Beijing, China, 2012, pp. 3-9.
6. PHAN, CW and SABARATNAM, V. Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2012, **96**, pp. 863-873. ISSN 0175-7598.
7. GAITÁN, R; MATA, M; MUÑOZ, E. Elaboración de abono *bocashi* con la paja obtenida del cultivo de *Pleurotus spp.* En: José SÁNCHEZ y Gerardo MATA, *Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica*. El Colegio de la Frontera Sur. INECOL. 2012, pp. 181-190. ISBN 9786077637738.
8. QUIMIO, T; CHANG, S; ROYSE, D. Utilization of spent mushroom compost. En: FAO, *Plant Production and Protection. Technical Guidelines for Mushroom Growing in the Tropics*. 1990, **106**, pp. 131-134. ISBN-10: 925103026X.
9. RODRÍGUEZ, M; BERMÚDEZ, R; BUSTAMANTE, C. Evaluación de la pleurotina como abono orgánico para la producción de posturas de injertos interespecíficos de café. *Rev Café Cacao*. 2013, **12**(2), pp. 10-17. ISSN 1680-7685.

10. LUNA, F. Efecto de residuos agroforestales parcialmente degradados por *Pleurotus ostreatus* sobre el desarrollo de plántulas de tomate. *Acta Biolo Colomb.* 2013, **18**(2), pp. 365-374. ISSN 0120-548X.
11. BERMÚDEZ, R; GARCÍA, N; SERRANO, M; RODRÍGUEZ, M; MUSTELIER, I. Conversión de residuales agroindustriales en productos de valor agregado por fermentación en estado sólido. *Tecnología Química.* 2014, **34**(2), pp. 217-225. e-ISSN: 2224-6185.
12. LÓPEZ, R; DELMASTRO, S; CURVETTO, N. Spent oyster mushroom substrate in a mix with organic soil for plant pot cultivation. *Micol Aplicada Int.* 2008, **20**(1), pp. 17-26. ISSN 1534-2581.
13. SOTO, G. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: G MELÉNDEZ, G SOTO, L URIBE, *Abonos Orgánicos: Principios, Características e Impacto en la Agricultura.* CATIE. UCR. Costa Rica, 2003, pp. 2049.
14. KAKKAR, V; GARACH, H; DHANDA, S; MAKKAR, G. Mushroom harvested spent straw as feed for buffaloes. *Indian J Anim Sci.* 1990, **7**, pp. 267-272. ISSN 0367-8318.
15. BAKSHI, M; GUPTA, V; LANGAR, P. Acceptability and nutritive evaluation of *Pleurotus* harvest spent wheat straw in buffaloes. *Agricultural Wastes.* 1985, **13**, pp. 51-58. ISSN 0141-4607.
16. KAKKAR, V; DHANDA, S. Comparative evaluation of wheat and paddy straws for mushroom production and feeding residual straws to ruminants. *Bioresour Technol.* 1998, **66**(2), pp. 175-177. ISSN 0960-8524.
17. MARTÍNEZ, O; BERMÚDEZ, R; RODRÍGUEZ, R; GARCÍA, N. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluyen sustrato remanente de la producción de setas. *Revista de Producción Animal.* 2018, **30**(2), pp. 25-31. ISSN 2224- 7920.
18. GUTIÉRREZ, I y GONZÁLEZ, A. Caracterización de residuos del cultivo de hongos comestibles para alimento animal. *Revista ICIDCA.* 1998, **32**(1), pp. 84-91. ISSN 0138-6294.

19. RINKER, D. Handling and using "spent" mushroom substrate around the world. En: J SANCHEZ, G HUERTA, E MONTIEL, *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México, 2002, pp. 43-60. ISBN 9622016103.
20. BATISTA, J; BATISTA, E; MATEUS, F. Effectiveness of two biodegradation methods on the physical characteristics of compost for horticultural purposes. *Acta Horticulturae*. 2000, **517**, pp. 293-302. ISSN 0567-7572.
21. PHILIPPOUSSIS, A. Agro-food industry wastes and agricultural residues conversion high value products by mushroom cultivation. *Proceeding of 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*. Arcachon, Francia, 2011, **1**, pp. 344-356.
22. PÉREZ, J. *Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología*. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara: Ediciones GEO, 1998. ISBN 9597122022.
23. FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*. Roma: Ediciones FAO, 2018. ISBN978-92-5-130841-7
24. LÓPEZ, Z. *El plátano*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1989. ISBN 959-13-0370-X.
25. RODRÍGUEZ, G; RAMÍREZ, H. Efecto de diferentes sustratos y dosis de nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de banano. En: *Memoria de la XVII Reunión Internacional ACORBAT*. Joinville, Brasil. 2006, pp. 605-615.
26. BASAIL, M; MEDERO, V; TORRES, M. Nueva alternativa para la micropropagación en inmersión temporal del cultivar de plátano vianda "INIVITPV-2011" (AAB). *Revista Colombiana de Biotecnología*. 2013, **15**(1), pp. 98-107. e-ISSN 1909-8758.
27. GALAN. Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Rev Bras Frutic*. Jaboticabal. 2018, **40**(4), pp. 1-22. ISSN 0100-2945.

28. HERRERA, J. Efecto de reguladores de crecimiento en la reproducción *in vitro* de *Musa sp.* cv Gran enano. *Revista Agro Productividad*. 2017, **10**(9), pp. 20-25. ISSN 2448-7546.
29. CRUZ, N; CANCHIGNIA, H; MORANTE, J. *In vitro* propagation of the Orito banana cultivar (*Musa acuminata* AA). *Biotecnología Aplicada*. 2016, **33**(4), pp. 4201-4204. ISSN 0864-4551.
30. BASAIL, M. Multiplicación del clon de banano FHIA-18 en sistema de inmersión temporal. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 2012, **14**(1), pp. 8-12. e-ISSN 1909-8758-19.
31. ZAMORA, I. *Comportamiento de plantas in vitro de Banano (Musa spp. cv. FHIA-18) en fase de aclimatización*. Trabajo de Diploma. Facultad Ciencias Agrícolas. Centro Universitario. Vladimir Ilich Lenin. Las Tunas, 2004.
32. RODRÍGUEZ, N y JARAMILLO, V. *Cultivo de hongos comestibles del género Pleurotus sobre residuos agrícolas de la zona cafetera*. Boletín Técnico No.27, Centro Nacional de Investigaciones del Café. CENICAFE, Chinchiná-Caldas-Colombia. 2005. ISBN 0128-047X.
33. APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th Edition, Washington D.C, USA.1998. ISBN 10: 0875530133.
34. SÁNCHEZ, J y ROYSE D. *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Editorial ECOSUR / LIMUSA, México. 2002. ISBN 968-18-6357-7.
35. MINAG. *Instructivo Técnico Fase de Aclimatización de Bananos y Viandas* [en línea] Grupo Empresarial de Cultivos Varios. [Consultado 19 abril 2019]. Disponible en: <https://www.minag.gob.cu/instructivotecnicofasedeaclimatizaciondebananos>.
36. GARCÍA, N. *Producción de setas comestibles y enzimas lacasas por fermentación en estado sólido de la pulpa de café con Pleurotus spp.* Tesis doctoral. RC. Bermúdez (dir.). Universidad de Oriente, 2009.
37. Kolman, E. & Vázquez, D. *Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación*. Nicaragua: MAELA-SIMAS, 1996.

38. ACTAF (Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales) e INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical). *Manual técnico para organopónico, huertos intensivos y organoponía semiprotegida*. La Habana: Editorial ACTAF. Séptima Edición, 2010.
39. MARTÍNEZ, R. Abonos orgánicos y su contribución a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en Cuba. *Revista Agricultura Orgánica*. 2006, **12**(2), pp. 40-41. ISSN 1028-2130.
40. RODRÍGUEZ, A. *Instructivo Técnico sobre el Cultivo Semiprotegido*. La Habana: Editorial Grupo Nacional de Agricultura Urbana. Sexta edición, 2007.
41. AGRAMONTE, P; JIMÉNEZ, T; DITA, R. Aclimatización. En: J PÉREZ, *Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología*. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara: Ediciones GEO, 1998. ISBN 9597122022.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.