

Evaluación del sustrato remanente de setas *Pleurotus sp.* en la producción de posturas de *Carica papaya* Lin

Evaluation of the spent substrate of *Pleurotus sp.* mushrooms in the production of *Carica papaya* Lin. seedlings

Rosa Catalina Bermúdez Savón¹  <https://orcid.org/0000-0002-8901-8826>

Nora García Oduardo^{1*}  <https://orcid.org/0000-0001-9120-038X>

Yadira López Ferrera²  <https://orcid.org/0000-0003-3034-1001>

Irene Mustelier Palenzuela³  <https://orcid.org/0000-0003-0925-582X>

Migdalia Serrano Alberni¹  <https://orcid.org/0000-0002-8139-3066>

¹Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente. Cuba

² Empresa Proyectos de la Agricultura, Santiago de Cuba. Cuba

³ Empresa Productora y Comercializadora de Semillas, Santiago de Cuba. Cuba

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: norag@uo.edu.cu

RESUMEN

Las setas *Pleurotus sp.* son de las más populares y cultivadas a escala industrial por su facilidad de cultivo, economía de producción y calidad nutricional; debido a esto se generan anualmente miles de toneladas de desechos agroindustriales, que tienen uso potencial como enmiendas orgánicas. El sustrato remanente (SRS), obtenido del cultivo de las setas *Pleurotus sp.* conteniendo biomasa micelial, se emplea como abono orgánico para el cultivo de plantas. En este trabajo se evalúa el sustrato remanente (SRS) del cultivo de *Pleurotus sp.* en la producción de plántulas de *Carica papaya* Lin., variedad Maradol Roja en condiciones de cultivos

semiprotegidos. Se emplearon semillas de papaya certificadas y los sustratos secos (puros y combinados): SRS, humus de lombriz y la combinación de ambos. El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizado de clasificación simple con tres réplicas, empleando el humus de lombriz como control. La evaluación de los parámetros morfológicos mostró que los mejores resultados se obtienen con la mezcla de SRS (60%) y humus (40%), lo que constituye un ejemplo más de como la biotecnología de setas *Pleurotus sp.* se involucra en potentes bioconversiones de materias renovables y tecnologías de procesamiento.

Palabras clave: Sustrato remanente de setas; papaya; *Pleurotus*; humus; abono orgánico.

ABSTRACT

Mushrooms *Pleurotus sp.* are the most popular and cultivated at industrial scale for their ease of cultivation, economy of production and high nutritional quality. Due to this, thousands of tons of agro-industrial wastes are generated annually, which have potential use as organic amendments. The spent substrate (SRS, in Spanish), obtained from the cultivation of *Pleurotus sp.* containing mycelia biomass, it is used as organic fertilizer for growing plants. In this work the spent substrate is evaluated in the production of seedlings of *Carica papaya* Lin., variety *Maradol Roja* under semi-protected crop conditions. Certified papaya seeds and dry substrates (pure and combined) were used: SRS, earthworm humus and a combination of both. The experimental design was completely randomized blocks with simple classification with three replications, using earthworm humus as a control. The evaluation of the morphological parameters showed that the best results are obtained with the mixture of SRS (60%) and humus (40%), which constitutes one more example of how the biotechnology of *Pleurotus sp.* involved in powerful bioconversions of renewable materials and processing technologies.

Keywords: spent mushroom substrate; papaya; *Pleurotus*; humus; fertilizer organic.

Introducción

En la actualidad, la biotecnología se ha convertido en una verdadera alternativa para la obtención de alimentos para el consumo humano, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas mediante técnicas sencillas, a bajo costo, en cortos periodos de tiempo y empleando residuos agroindustriales como sustrato para su cultivo, la producción de setas comestibles, es ejemplo evidente de cómo la biotecnología es una alternativa real para la obtención de alimentos. ^(1,2)

El aprovechamiento de los residuos agroindustriales lignocelulósicos ^(2,3,4) como la pulpa de café y otros con el empleo de los hongos basidiomicetos de pudrición blanca se ha consolidado como una alternativa viable para la producción de setas comestibles –medicinales (alimentos funcionales) de consumo humano capaces de satisfacer, en gran medida, las necesidades proteicas y nutricionales de la población en los países subdesarrollados. ^(5,6) Por otra parte, estos hongos desempeñan un papel muy importante en la ecología del ciclo de carbono, ya que por su papel saprofítico, reducen la acumulación de residuos orgánicos en la naturaleza. ^(3,7)

Por la importancia de su contribución al suministro de alimentos, al control de la contaminación ambiental, la calidad de la salud y la economía social, esta bioconversión de residuos por medio de hongos comestibles y medicinales ha sido acertadamente denominada como la “revolución no-verde”. ⁽⁸⁾ Es una muestra del papel de la micología a la biotecnología agropecuaria.

El residuo que se genera en el proceso de bioconversión, que tiene lugar después de cosechadas las setas, el sustrato remanente (SRS) representa el 40-50%, el cual al reciclarlo puede constituirse en complementos de la dieta animal ⁽⁹⁾ y fertilizante o abono orgánico para la agricultura. ^(10,11) En la mayoría de los casos, sin embargo, su aprovechamiento ha sido desestimado y no recibe ninguna utilidad posterior, 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 orgánico¹². Precisamente el sustrato degradado, generado durante el cultivo de las setas comestibles, por su composición química, hace atractivo su empleo como abono orgánico. ^(10, 12, 13, 14, 15,16)

Los frutales desempeñan un papel importante en la dieta humana, entre estos se destaca la papaya (*Carica papaya* Lin.), que permite obtener altas producciones en un corto período de tiempo, ⁽¹⁷⁾ jugando un rol importante en regiones tropicales y subtropicales y constituye un frutal de gran importancia, tanto para el mercado interno como para la exportación.

En Cuba, los frutales son cultivos económicamente importantes, dentro de estos la papaya constituye una de las especies con gran perspectiva a nivel nacional y mundial debido al alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales en su fruto; el favorable efecto que tiene en la digestión y asimilación de los alimentos, los usos alternos al consumo fresco, así como en la clarificación de cervezas y para ablandar carnes ⁽¹⁸⁾ además, por la posibilidad de su procesamiento industrial para la elaboración de compotas, ensaladas, mermeladas, repostería, etc.⁽¹⁷⁾ También, la extracción de la papaína de los frutos verdes y del tallo es de gran utilidad en la industria de cosméticos y medicina. ¹⁹.

Las producciones agroecológicas en el cultivo de la papaya están limitadas a nivel comercial por la carencia de tecnologías que contengan solo el uso de fertilización biológica, por lo que es importante contar con insumos derivados de la biotecnología, para poner a disposición de productores, tanto los medios **biológicos** como los biofertilizantes a partir de microorganismos. ⁽²⁰⁾ Por otra parte, no menos importantes son las fuentes de materia orgánica, producida a través de la lombriz (humus), ya que de forma natural convierte un sustrato en producto.⁽¹⁸⁾

Según el Ministerio de la Agricultura ⁽¹⁹⁾ las variedades comerciales de papaya que se utilizan en Cuba son: Maradol Roja, NIKA III y Criolla, se estudian otras variedades introducidas tales como Tainung No.1, Tainung No.2, Tainung No.3, Know You y el híbrido Red Lady.

Maradol Roja es una variedad criolla obtenida a partir de germoplasma colectado en la región central y oriental de Cuba, constituye la principal variedad comercial cubana ⁽¹⁹⁾ y una de las tres variedades de papaya mas comercializadas en el mundo, ha alcanzado gran difusión en México,⁽²⁰⁾ se extiende por muchos países tropicales por tener atributos como: maduración temprana, muy productiva y de

excelente sabor, árbol de tamaño mediano donde predominan las flores hermafroditas.⁽¹⁷⁾

En el Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI) está implementada la tecnología de producción de las setas comestibles *Pleurotus sp*, 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 ya ha sido valorado como abono orgánico en diferentes cultivos.⁽⁷⁾ El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación del empleo del sustrato remanente, obtenido del cultivo de *Pleurotus sp.*, como abono orgánico para la producción de plántulas de papaya variedad Maradol Roja.

Materiales y métodos

Las investigaciones se realizaron en la planta de investigación-producción de setas comestibles del Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI) de la Universidad de Oriente y en el área de cultivos semiprotegidos de la Biofábrica Santiago de Cuba, perteneciente a la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas. El período en que se realizó el experimento fue de octubre 2019 hasta enero del 2020. Las variables climatológicas correspondientes a este periodo y teniendo en cuenta la ubicación del área, fueron suministradas por el Centro Provincial de Meteorología de Santiago de Cuba.

Sustrato remanente de setas *Pleurotus sp* (SRS) y humus.

El sustrato remanente (conocido por *SMS-spent mushroom substrate*, por sus siglas en Inglés) utilizado proviene del cultivo del *Pleurotus sp* sobre pulpa de café variedad Robusta, procede de un ciclo productivo realizado en Julio del 2019. La cepa empleada fue CCEBI 3024. Se inocularon 42 bolsas de 2kg de pulpa de café al 75% de humedad.

El SRS producido se seca al sol tres días, se muele y se tamiza, seleccionando 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 el cultivo de papaya Maradol Roja, 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.²² Los resultados se reportan en % base seca, y son promedio de tres determinaciones. Para el cálculo de la relación carbono nitrógeno (C/N) se emplea la expresión $\%C=0,58*(\%materia\ orgánica)$,²³ y % de nitrógeno total, por el método de Kjeldahl.⁽²²⁾

Cultivo de la papaya variedad Maradol Roja.

Se utilizaron semillas de papaya (fruta bomba) de la variedad Maradol Roja certificadas con un 97% de germinación. Se evaluaron 9 muestras por cultivo dejando las plantas de las cabeceras por el efecto de borde, se realizaron tres repeticiones de cada uno de los ensayos. En este caso la unidad experimental lo constituyó bandejas blancas, rígidas, de poliespuma de procedencia cubana de 70 alvéolos, en la cual se añaden 70g de SRS por hueco para la siembra, humus y la mezcla de ambos. Se emplearon en el experimento los diferentes sustratos, SRS (T1), Humus (T2) y la mezcla de SRS 60% y Humus 40% (T3). Con los sustratos secos se procede según lo establecido en el Instructivo Técnico del cultivo de la Fruta Bomba.¹⁹

Para la evaluación de los resultados se analizan los parámetros morfológicos: longitud del tallo, medido a partir de la superficie del suelo hasta la yema apical del tallo; largo, ancho y cantidad de las hojas; largo y cantidad de las raíces, esta se midió a partir del cuello de la raíz. Todas las longitudes en cm.

Para el análisis estadístico de los resultados se aplicó la prueba de la U de Mann-Whitney (también llamada de *Mann–Whitney–Wilcoxon*). Esta es una prueba no paramétrica aplicada a dos muestras independientes.

Resultados y discusión

El sustrato remanente(SRS) empleado como sustrato en el cultivo de la papaya Maradol Roja corresponde a un lote productivos de setas *Pleurotus*, obtenido en el CEBI, con una eficiencia biológica de 88%, para su uso como abono. ⁽¹²⁾

Caracterización química de los sustratos

La caracterización química de los sustratos (abonos orgánicos) empleados (tabla 1) muestra que el porcentaje de nitrógeno total del SRS duplica el del humus de lombriz y que el potasio también se encuentra en valores superiores.

Tabla 1- Caracterización química del sustrato remanente de setas y del humus de lombriz (% en base seca)

Abonos	pH	Materia orgánica	Cenizas	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Relación C/N
SRS	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
Humus	6,8	70,90±2,30	23,10±0,30	2,91±0,04	0,58±0,06	1,06±0,50	14,13±0,37

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, ya que tienen acción marcada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.

El SRS presentan una relación C/N, que puede considerarse un fertilizante orgánico de elevada calidad^{7, 12}, cuando los materiales residuales presentan la relación C/N en el rango de 10 a 12 y pH cercano a la neutralidad (6 a 8). Por otra parte, el alto porcentaje de materia orgánica, 75% y el contenido de nitrógeno 3.39%, ⁽⁷⁾ se considera ya descompuesto, estabilizado y apto para ser utilizado como fertilizante orgánico. Con respecto a la presencia de minerales, se encuentran calcio, sodio, manganeso, hierro, magnesio, zinc y en trazas cobre, níquel y cobalto. ⁽¹²⁾

Es necesario tener en cuenta que la presencia de nitrógeno, también está asociada a las enzimas ligninolítico presentes en el SRS. La evaluación cuantitativa de la

actividad enzimática ligninolítica del SRS de *Pleurotus* sp. fue estudiada anteriormente y se observó en todo momento mayor actividad de enzima lacasa que manganeso y versátil peroxidasa. ^(11, 10)

Se destaca la importancia de la presencia de estos nutrientes en la materia orgánica, ⁽²⁴⁾ se plantea que el nitrógeno es el componente de las proteínas y de compuestos orgánicos que favorecen el crecimiento en los vegetales. El fósforo, es la parte elemental de compuestos proteicos de alta valencia e influye en la formación de las semillas y raíces, además de ser el regulador principal de todos los ciclos vitales de la planta y el potasio interviene en la síntesis de proteínas y del hidrato de carbono, le da firmeza a los tejidos y calidad a los frutos.

El SRS y el humus presentan un contenido de materia orgánica de: 75,10% y 70,90% respectivamente (tabla 1), los cuales se encuentran en el rango o supera el contenido en otros materiales orgánicos de uso tradicional en la agricultura ⁽¹⁸⁾ cuestión que sugiere considerar la aplicación del SRS como sustrato, 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 agroecosistemas; de ella depende en gran medida, una buena estabilidad hídrica de los agregados y por tanto una construcción adecuada del sistema de suelo. ⁽²⁵⁾

Cultivo de la papaya Maradol Roja

La papaya es un cultivo altamente demandante de nutrientes, sin embargo, las posibilidades de alcanzar rendimientos aceptables, sin la utilización de insumos químicos constituye una polémica para los científicos en la actualidad, ^(11,20,25) de aquí la importancia del estudio de la aplicación de estos sustratos al cultivo de la papaya Maradol Roja.

Los valores de las variables climáticas durante la etapa en que se desarrollaron los experimentos fueron adecuadas (temperatura fresca, 26-30°C), para la temperatura acorde a lo que plantean algunos autores ⁽¹⁷⁾ y por otra parte, para el cultivo de la papaya se aconsejan, según los Instructivos del MINAG. El rango óptimo de temperatura para que la papaya tenga un buen desarrollo es de 24-26°C, con

mínimas medias anuales superiores a 18°C. Por debajo de esta temperatura, las plantas retardan su crecimiento y reducen la capacidad de floración y fructificación. Sin embargo, para la humedad relativa, resultó también adecuada (60-55 %).

Teniendo en cuenta lo planteado en el instructivo, ⁽¹⁹⁾ en la investigación se utilizaron semillas certificadas. A los 11 días comenzó la germinación en las réplicas donde se utilizó la mezcla de los sustratos (T3); para el humus (T2), las primeras hojas aparecieron a los 15 días y el SRS (T1) a los 18 días de la siembra. Para los tres tratamientos disminuyó en 9 días el tiempo de germinación, con respecto a lo establecido en el instructivo técnico.

Se aplicaron dos riegos diarios en horas tempranas de la mañana y al final de la tarde, para evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración y mantener el contenido de humedad adecuado para el desarrollo de las plantas.

Los resultados obtenidos de los parámetros morfológicos estudiados para los tres tratamientos y sus análisis estadísticos se presentan en tabla 2. Se logró un 97% de supervivencia de las posturas de papaya sembradas.

Tabla 2- Parámetros morfológicos del cultivo de la papaya Maradol Roja bajo los tratamientos estudiados

Parámetros Morfológicos		SRS	Humus	Mezcla (T1:T2)
		T1	T2	T3
Tallo	Longitud (cm)	6,6 ± 0,2 ^c	10,4 ± 0,2 ^b	13,6 ± 0,2 ^a
Hojas	Cantidad	6 ± 0,2 ^c	7 ± 0,2 ^b	8 ± 0,0 ^a
	Ancho (cm)	5,4 ± 0,2 ^c	6,0 ± 0,3 ^b	7,6 ± 0,1 ^a
	Largo (cm)	6,6 ± 0,5 ^c	7,3 ± 0,7 ^b	8,0 ± 0,1 ^a
Raíces	Cantidad	28 ± 1,1 ^c	32 ± 2,1 ^b	42 ± 1,1 ^a
	Largo (cm)	7,1 ± 0,1 ^c	8,4 ± 0,4 ^b	11,3 ± 0,3 ^a

Letras diferentes para cada parámetro morfológico, indica diferencias significativas entre los tratamientos

Al realizar el análisis sobre la influencia que ejerce la mezcla de los sustratos empleados sobre la longitud del tallo, se aprecia que esta presenta mejor respuesta en cuanto a este parámetro, llegando alcanzar 13,6 cm, siendo este valor superior al obtenido por los sustratos solos. Al realizar el análisis estadístico, muestra que hay diferencias significativas entre los tres tratamientos (tabla 2).

Este resultado es importante, ya que hay que tener en cuenta, que el tallo se encarga de transportar el agua y las sales minerales a las distintas partes de la planta, así como también de transportar compuestos orgánicos producto del proceso de la fotosíntesis hacia la raíz, hojas, flores o frutos.

Los valores obtenidos en el ancho de las hojas también indican que los mejores resultados son los de la mezcla de sustratos.



Fig. 1- Muestras de plantas de papaya Maradol Roja cultivadas con SRS y humus como abonos orgánicos

La raíz es el órgano especializado en absorber el agua y los minerales (savia bruta) del suelo, principalmente a través de los pelos absorbentes, ella conduce hasta el tallo a través de su xilema, el agua y los minerales absorbidos del suelo; además, recibe del tallo compuestos orgánicos (savia elaborada) provenientes de los lugares fotosintéticos. Estos alimentos son transportados por el floema a todas las células de la raíz para su nutrición. ⁽¹⁷⁾

En la tabla 2, los valores obtenidos en el largo de las raíces indican que los mejores resultados se presentan en la mezcla de sustratos, luego el humus, y el menor el SRS. El análisis estadístico refleja que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos. El mismo comportamiento se presenta en el número de raíces. En la figura 1 se puede observar el mayor desarrollo radicular en la mezcla de sustrato, esencial para la calidad de la planta. Estos resultados son muy alentadores, pues es un nuevo sustrato alternativo para este cultivo.

Conclusiones

En el cultivo de la papaya Maradol Roja, los mejores resultados por la aplicación del sustrato remanente de setas *Pleurotus* (SRS) se alcanzan con la mezcla de 40% de humus y 60% de SRS.

La utilización del sustrato remanente de setas *Pleurotus* como abono orgánico, es una alternativa más para contribuir a la preservación del medio ambiente y al desarrollo de una agricultura orgánica.

Referencias bibliográficas

1. RÍOS WF, VALDEZ RA, JIMÉNEZ JP. “Aislamiento, propagación y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales”. *Scientia Agropecuaria* 2017, **8**(4):327–335, e-ISSN 2306-6741.
2. PIÑA AB, NIETO DA y ROBLES F. “Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.)”. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 2016, **32**(Especial Residuos Sólidos):141-151. DOI: 10.20937/RICA.2016.32.05.10. ISSN 0188-4999.
3. VARGAS YA, PÉREZ LI. “Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente”. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 2018, **14**(1):1-14. ISSN 1900-4699.
4. 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”. 2018. Roma: *Ediciones FAO*, ISBN 978-92-5-130841.

5. MARTINEZ D, MORALES P, SOBAL M, BONILLA M, MARTINEZ W, MAYETT, Y. "Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: Su contribución al desarrollo de las cadenas agroalimentarias y la seguridad alimentaria en México"sw. En: Memorias Reunión General de la Academia Mexicana de Ciencias: Ciencia y Humanismo (Agrociencias). Academia Mexicana de Ciencias, México D.F, 2012 pp. 449-474. ISBN: 970-9752-01
6. GRANDE, C. *Valoración biotecnológica de residuos agrícolas y agroindustriales*. Cali: Editorial Bonaventuriana, 2016. ISBN 978-958-8785-81-3
7. 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.
8. CURVETTO NR. *Biotecnología de hongos superiores. Posibilidades presentes y futuras*. Agro UNS, 2004, Nº 2, Año I: 12-15. ISSN 1668-5946.
9. MARTÍNEZ O, BERMÚDEZ RC, RODRÍGUEZ R, GARCIA N. *Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluyen sustrato remanente de la producción de setas*. Revista de Producción Animal. 2018, **30**(2):25-31. ISSN 2224-7920
10. BERMUDEZ RC y GARCIA N. Capítulo 27. Cultivo de setas comestibles (*Pleurotus*) en el Centro de Estudios de Biotecnología Industrial, Cuba. En: Daniel MARTINEZ, *Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI*. Puebla, México: 2010, pp. 489-512. ISBN 970-9752-01-4.
11. PHAN CW, SABARATNAM V. *Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2012, **96**:863-873. ISSN 0175-7598.
12. BERMÚDEZ RC, GARCIA 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):217-225. e-ISSN: 2224-6185.

13. LUNA, F. *Efecto de residuos agroforestales parcialmente degradados por Pleurotus ostreatus sobre el desarrollo de plántulas de tomate*. Acta Biolo Colomb. 2013, **18**(2):365-374. ISSN 0120-548X.
14. RODRÍGUEZ M, BERMÚDEZ RC, 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):10-17. ISSN 1680-7685.
15. 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.
16. CABRALES J, LARA J, BARRAZA B, MENDEZ K. *Evaluación del efecto del sustrato agotado de Pleurotus sp. en la germinación de las semillas de cilantro (Coriandrum sativum)*. 2017, **6**:6570.
<http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/handle/123456789/1221>
17. CASTRO L, MORALES LA, ARANGUREN M. *Fundamentos teóricos-prácticos sobre el cultivo y cosecha de la papaya (Carica papaya L.)* Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Facultad de Agronomía. 2000. ISBN 959-16-0111-5.
18. RODRÍGUEZ M y col. *Manual para el manejo agroecológico de papaya Maradol Roja de ciclo corto*. Archivo INIFAT, 2011, 26p.
19. MINAGRI. *Instructivo técnico para el cultivo de Fruta Bomba (Carica Papaya Lin)*. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), 2008, 17p.
20. ALCÁNTARA JA, AGUILAR S, BAUTISTA L, ALCÁNTARA AO. *Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica*. REMEXCA, 2019, **10**(3):575-584, ISSN 2007-0934.
21. LI Y. *Present development situation and tendency of edible mushroom industry in China*. En: 18th Congress of the International Society for Mushroom Science. Beijing, China, 2012, pp. 3-9.
22. APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th Edition, Washington D.C, USA.1998. ISBN 10: 0875530133

23. SÁNCHEZ J y ROYSE D. *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Editorial ECOSUR / LIMUSA, México. 2002. ISBN 968-18-6357-7.
24. KOLMAN E, VÁSQUEZ D. *Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación.* Nicaragua: MAELA-SIMAS, 2002, 222p.
25. TORNET Y, ARANGUREN M, CASTRO J, DEL VALLÍN G. *Alternativas para el manejo orgánico de dos cultivares de papayo (Carica papaya L).* Agricultura Orgánica, 2007, **13**(3):8-10. ISSN 1028-2130.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de cada autor

Rosa Catalina Bermúdez Savón: Confección del informe y diseño de la metodología experimental de la investigación.

Nora García Oduardo: Revisión del informe, diseño de la metodología experimental de la investigación.

Yadira López Ferrera: Parte experimental de la investigación.

Irene Mustelier Palenzuela: Parte experimental de la investigación, responsable de los cultivos protegidos y donante de las semillas de papaya.

Migdalia Serrano Alberni: Parte experimental de la investigación.