

Una tecnología sostenible, aporte a la seguridad alimentaria

A Sustainable Technology Contributing to the Food Security

Dra. Rosa Catalina Bermúdez-Savón, catalina@cebi.uo.edu.cu, Dra. Nora García-Oduardo, MSc. Migdalia Serrano-Alberni

Centro de Estudio de Biotecnología Industrial, (CEBI), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Para la seguridad alimentaria y energética en zonas rurales y la ciudad, como una vía sostenible, se presenta la aplicación de la fermentación en estado sólido en la biotransformación de subproductos agrícolas lignocelulósicos, con el empleo de los hongos basidiomicetos de pudrición blanca. Como ejemplo de esta tecnología se muestra el cultivo de las setas comestibles Pleurotus spp. sobre sustratos como: pulpa de café, cáscara de coco, cáscara de cacao, aserrín y sus mezclas, los cuales por su cantidad y difícil manejo causan contaminación del suelo y del agua. El aprovechamiento de los mismos para este cultivo se ha consolidado como una alternativa viable para la producción de alimentos de consumo humano capaces de satisfacer, en gran medida, las necesidades proteicas y nutricionales de la población en los países subdesarrollados. Esto se sustenta en las ventajas de su bajo costo de producción, alto contenido proteico y su obtención en grandes cantidades en un corto lapso de tiempo. Además de generar complementos de la dieta animal, pues el sustrato que queda, después de la cosecha de las setas está detoxificado, posee adecuado contenido proteico y los valores de digestibilidad son superiores a los sustratos originales y pueden ser empleados en la dieta animal o como abono orgánico. Al mismo tiempo que se erradican los problemas de contaminación ambiental que éstos residuales ocasionan y con ello se contribuye al desarrollo sostenible de las comunidades.

Palabras clave: *fermentación sólida, Pleurotus spp, sustratos, setas comestibles, tecnología sostenible.*

A sustainable way for food and energetic security in rural and the city regions, is presented with the application of the solid state fermentation for the biotransformation of lignocellulosic by-products and agro-industrial wastes with white-rot fungi. Inamush as advantages of this technology, is showed the cultivation of mushroom Pleurotus spp. on coffee pulp, cedar chip, coconut and cocoa shells, and the influence of it's mixture (1:1), trough examination of their growth rates and conversion efficacy to fruiting bodies, which cause contamination of soil and water, because of large volumes and difficult management. The use of residues for these cultivate was consolidate such as alternative viable for food production, capable to satisfy the protein and nutritive necessity of population in the non-developing countries, besides low cost production, high protein content and obtention in large quantity in short time. In addition to produce complements for animal feet, such as the spent oyster mushroom substrate postcosecha is detoxified, has proteic content and better digestibility than original substrates, and can be used as animal feed or fertilizer, at the same time, was eradicated the problem of environmental contamination of these residues provoking and further contribution at sustainable development of the communities.

Key words: *solid state fermentation, Pleurotus spp., substrates, edible mushroom, sustainable technology*

Introducción

El Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI) de la Universidad de Oriente ha dirigido su acción en uno los renglones económicos más importantes de la región: el aprovechamiento

biotecnológico de los subproductos que se generan en el beneficio y cosecha del café, cultivo de gran tradición en nuestro país.

El cultivo del café en nuestras zonas montañosas constituyen cerca del 80 % del que se cultiva en Cuba. En toda la provincia santiaguera

se realiza este beneficio, principalmente, por vía húmeda para garantizar un grano de mayor calidad. En el proceso se generan distintos subproductos: pulpa, mucílago, pergamino, jugos, y aguas de lavado. En el trabajo sobre la caracterización de las 106 despulpadoras o centros de beneficio húmedo del café /1/ se demostró que los subproductos son poco utilizados y se vierten al medio sin tratamiento, lo cual provoca la contaminación de aguas, suelos y deterioro del ambiente.

La pulpa o cáscara de café representa el 40 % del café que se despulpa, en todo el país anualmente, se vierten una gran cantidad de pulpa, las cuales no son utilizadas en su totalidad, ni aún son tratadas adecuadamente para evitar la contaminación en regiones de las comunidades de montaña, donde se localizan los centros de despulpe.

Fundamentación teórica

Por su composición química, la pulpa de café resulta atractiva para ser empleada como materia prima en diferentes procesos o tecnologías, como: en la producción ya sea de abono, biogás, alimento animal, o bien como sustrato en la producción de setas comestibles, las cuales son consideradas por poseer muy buena calidad nutracéutica y constituir una buena fuente para la obtención de nutracéuticos /2/. Estas tecnologías permiten utilizar un subproducto, eliminar la contaminación, y a su vez generar beneficios en el orden económico, social y ambiental.

. Dentro de los subproductos lignocelulósicos de origen agroindustrial susceptibles de ser utilizados como sustratos para la producción de setas comestibles, destacan: la pulpa de café, las pajas de caña de azúcar y de arroz; las hojas de plátano; la paja de maíz y diferentes tipos de hierbas /3-5/.

El cultivo de setas comestibles del género *Pleurotus* fue iniciado en Cuba por el Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar /6/, empleando subproductos de la agroindustria cañera (paja de caña de azúcar) con resultados positivos y con el consiguiente desarrollo de la tecnología. Luego esta tecnología se transfirió al CEBI, como quedó demostrado por las

investigaciones realizadas /7/ usando subproductos del café del cacao, coco y otros, como sustratos para el cultivo de *Pleurotus*, adecuándola al aprovechamiento de residuos abundantes en esta región del país. Los rendimientos y la productividad de las cosechas obtenidas, fueron superiores en comparación a los obtenidos con paja de caña de azúcar /8/.

El objetivo de este trabajo es presentar la producción de setas comestibles del género *Pleurotus*, utilizando la fermentación en estado sólido, usando sustrato a base de la pulpa de café. Esta aplicación permite reducir la contaminación que producen, se obtiene así un producto de alto valor nutracéutico para el consumo humano y un sustrato residual que tiene una amplia gama de posibilidades de utilización, tales como alimento animal, abono orgánico, acondicionador del suelo y sustrato para la vermicultura, entre otros usos, lo cual conlleva a la obtención de beneficios económicos, ecológicos y sociales, constituyendo una tecnología sostenible.

El proceso biotecnológico de la fermentación en estado sólido brinda la posibilidad de producir ambos, las setas comestibles (*Pleurotus* spp.) y el forraje beneficiado *pleurotina*, resultando así en la bioconversión de subproductos agrícolas en alimento humano y alimento animal o abono orgánico.

Métodos utilizados

Cultivo de *Pleurotus* spp

En Cuba, existe experiencia de producción de las setas (*P. ostreatus*) sobre subproductos cañeros y paja, en el ICIDCA /8/, así como en instalaciones del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias /9/. En nuestra región, donde abundan subproductos de la industria cafetalera, /10/ demostraron su utilización para el cultivo de *Pleurotus* spp. en Cuba. En general, se tiene buena base tecnológica para su cultivo comercial a pequeña y gran escala, sobre todo en lo relacionado a las condiciones adecuadas para el crecimiento micelial y fructificación (temperatura, luz, humedad, concentración de O₂ y CO₂, sustratos, pH), así como otros factores relevantes del cultivo (ingeniería del diseño de

instalaciones, operaciones críticas del proceso, procesamiento, enfermedades y pestes) /11, 5/. Teniendo estos antecedentes, se desarrolló y se aplicó la tecnología integral para la producción de las

setas (*Pleurotus* spp.), empleando subproductos de la agroindustria del café. Dicha tecnología (figura 1) está totalmente establecida en la planta de investigación-producción del CEBI/1, 12-14/.



Fig. 1 Esquema que muestra el aprovechamiento integral de los subproductos de la agroindustria del café en Cuba para la producción de setas comestibles (*Pleurotus*), incluyendo el aprovechamiento de los subproductos derivados de su aplicación.

1. Selección de las cepas de *Pleurotus* spp. de mayor productividad.

El cepario del CEBI, posee una colección diversa de cepas del género *Pleurotus*. Con ellas se realizaron estudios sobre el cultivo de *Pleurotus* spp. en pulpa de café, seleccionando la cepa registrada como- CCEBI 3024 de *P. ostreatus* (Florida), tanto por la experiencia acumulada en el ICIDCA, como por su buen rendimiento y productividad /1, 15, 16/.

Los resultados de seis cepas evaluadas, mostraron que las eficiencias biológicas (EB) promedio más altas se obtuvieron con las cepas CCEBI 3027 y CCEBI 3021, alcanzando 225,23 % y 204,36 %, una tasa de producción (TP) de 4,50 %/día y 3,41 %/día, y un periodo de producción de 50 y 60 días, respectivamente. Estas cepas son estadísticamente superiores y diferentes al resto, excepto la cepa CCEBI 3024, la cual también alcanzó una alta EB de 195,38 % /10/. Las EB de *P. sajor-caju*

CCEBI 3027 y *P. ostreatus* CCEBI 3021 fueron superiores a las obtenidas previamente sobre pulpa de café con 5 días de fermentación (128,1-175,8 %). La mayor TP y el mayor diámetro promedio de los cuerpos fructíferos se obtuvieron con la cepa CCEBI 3027, siendo de 4,50 %/día y 10,17 cm, respectivamente, lo cual fue similar a lo obtenido con la cepa *P. ostreatus* (Florida) CCEBI 3024. Este valor de TP fue superior a registros previos sobre diversos sustratos (3,41 %/día) /18/, aunque el tamaño de los cuerpos fructíferos fue equivalente /19/. Desde del punto de vista de la evaluación económica de la tecnología, se considera como factible económicamente aquellos en los procesos en que la EB alcance valores mayores de 40-50 % y el rendimiento mayor del 10 % /12/.

La cepa de *P. ostreatus* (Florida) CCEBI 3024 presentó un buen desarrollo en las fases de crecimiento y producción, observándose que los cuerpos fructíferos se desarrollan en forma de racimos o ramilletes a partir de un tronco central corto de 1-2 cm. Esta evaluación permitió poseer

tres cepas, que son las mejores productoras, además de obtenerse los cuerpos fructíferos de mejor calidad.

2. El sustrato

Pulpa de café (*Coffea arabica*, *C. canephora*)

Existen dos variedades principales de café: *Coffea arabica*, originaria de las altiplanicies de Abisinia y cultivada en tierras altas, sobre todo en América Central y del Sur, con granos muy aromáticos y mucha cafeína; y *C. canephora*, variedad robusta, cultivada sobre todo en tierras bajas africanas, con granos menos aromáticos y con poca cafeína /20/. Ambas variedades son cultivadas en Cuba y aunque presentan composición semejante, generan diferentes rendimientos en el cultivo de *Pleurotus* spp. /12-14/.

Al seleccionar el sustrato a partir de los subproductos del café y el tamaño más adecuado de la unidad de producción para la tecnología, se empleó la cepa CCEBI 3024 de *P. ostreatus* (Florida) en las investigaciones posteriores se observó que la pulpa de café aventaja considerablemente al aflecho, y que el tamaño de unidad de producción (bolsa) de 4 kg presentó mayor rendimiento. En cuanto a la precocidad, la pulpa de café fue superior. Dados estos resultados, en nuestras condiciones de trabajo, se seleccionó la pulpa de café en bolsas de PVC transparentes, de 4 kg. La variante de 2 kg de capacidad puede ser factible para niveles de laboratorio o investigación, donde los lotes de sustrato a emplear son menores que en un nivel de producción y más fáciles de manipular.

Resultados y discusión

Cultivo de *Pleurotus* spp. sobre pulpa de café en la planta de investigación-producción y en una planta rural

La producción de las setas comestibles [*P. ostreatus* var. (Florida), cepa CCEBI 3024], se llevó a cabo tanto en la planta experimental como en una planta rural, de acuerdo a la tecnología desarrollada.

Los resultados de producción promedio por unidad (bolsa), la eficiencia biológica, y el rendimiento fueron satisfactorios y superiores a los registrados con bagazo de caña de azúcar /8/ y similares a los obtenidos por Martínez-Carrera /11/. En ambas plantas se observó que a medida que se aumenta el número de unidades de producción (bolsas), disminuye el rendimiento. Esto puede estar relacionado al volumen de ocupación del ambiente de fructificación y la modalidad de ventilación para el recambio del aire, que se mantiene constante. Por otra parte, económicamente, los resultados obtenidos en la planta rural son atractivos ya que el gasto de climatización de los locales de cultivo no es necesario. Los resultados obtenidos coinciden con investigaciones previas sobre el cultivo de *Pleurotus* sobre subproductos del café /11/, ya que las eficiencias biológicas (EB) obtenidas se encuentran en un rango de 110-115 %, resultando superiores a las EB registradas en otros sustratos /17/.

En la pulpa de café de *C. arabica*, la eficiencia biológica y los rendimientos obtenidos fueron significativamente superiores, con valores de EB de 138,9 % y rendimiento de 34,7 %, en tanto que, para *C. canephora* fueron valores de EB de 67,1 % y rendimiento de 20,1 %. Una posible explicación de estas diferencias pudiera estar en la textura de la pulpa de café *C. canephora* que es más dura y absorbe menos agua. Existe la posibilidad de mezclar ambas pulpas entre ellas, sin esperar que los procesos de bioconversión sean negativos y sin necesidad de clasificarlas antes de los procesos productivos. También es posible mezclar ambas pulpas con otros residuos lignocelulósicos, lo cual puede resultar en diferentes rendimientos. Como ejemplo de ello en la tabla 1 se presentan las EB logradas con sustratos a base de la pulpa de café y sus mezclas con otros materiales abundantes en Cuba. Los sustratos tuvieron diferencias en su composición química, particularmente en la relación C/N y las cenizas. La pulpa de café mostró la menor relación C/N de 16 y el mayor contenido de cenizas de 12,82 %, mientras que la viruta de cedro tuvo la mayor relación C/N de 524 y el menor contenido de cenizas de 1,23 %. La pulpa de café fue el sustrato con el que se obtuvieron las mejores producciones de setas comestibles (*Pleurotus* spp.), incluso cuando se utilizó en mezclas.

Tabla 1
Pleurotus sp. CCEBI 3024 cultivado sobre diferentes sustratos puros y mezclas

Sustrato	E.B.%	Referencia
Pulpa de café <i>Coffea arábica</i>	168,0	7
Pulpa de café <i>Coffea canephora</i>	70,9	7
Cáscara de cacao <i>Theobroma cacao L</i>	84,5	7
Cáscara de coco <i>Cocos nucifera L</i>	90,0	7
Viruta de cedro <i>Teona ciliata</i> Roem	67,3	21
Pulpa de café <i>Coffea arábica</i> : Viruta de cedro <i>Teona ciliata</i> Roem (1:1)	136,9*	21
Pulpa de café <i>Coffea arábica</i> : Viruta de cedro <i>Teona ciliata</i> Roem (1:1)	75**	21
Pulpa de café <i>Coffea arábica</i> : Cáscara de coco <i>Cocos nucifera L</i> (1:1)	113,9	21
Pulpa de café <i>Coffea arábica</i> : Cáscara de coco <i>Cocos nucifera L</i> (3:1)	110,6	21

*Con la cepa CCEBI 3027

**Con la cepa CCEBI 3021

En la tabla 2 se presenta el análisis de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* (Florida) obtenidos utilizando como sustrato la pulpa de café /14/ y la cáscara de cacao /12, 22/, los cuales fueron

similares a trabajos previos /8, 9/. Esto permitió establecer que las setas obtenidas tienen un valor nutricional equivalente a aquellas cultivadas en otros subproductos y condiciones.

Tabla 2
 Análisis bromatológico de las setas
Pleurotus ostreatus (Florida) (% base seca)

ANALISIS	Pulpa de café	Cáscara de cacao
Humedad	91,18	93,57
Materia seca	8,45	6,43
Proteína real	19,94	-
Proteína bruta	27,45	28,88
Fibra cruda	7,51	20,73
Grasa cruda	7,16	4,26
Carbohidratos	50,30	42,87
Cenizas	7,57	7,55
Acidos nucleicos	5,53	6,09

El contenido de proteína fue acorde con lo registrado por Chang y Miles /2/. El alto contenido de proteína demuestra la capacidad de estos organismos para la bioconversión de los compuestos lignocelulósicos y nitrogenados del sustrato /23/.

Los valores encontrados con respecto al contenido de ácidos nucleicos están en el rango de 5-6 %, y dentro de los límites establecidos por el *Protein Advisory Group* de Naciones Unidas, lo cual indicó que pueden consumirse hasta 300g de setas frescas diariamente sin tener consecuencias

adversas en la salud. *Pleurotus* es un género de hongos comestibles que resulta interesante desde el punto de vista nutricional, en función de su contenido de proteína (27-48 %) con valores de cómputo químico comprendidos entre 96-110 %, lípidos (2-8%), niveles tolerables de ácidos nucleicos, y por la presencia, además, de vitaminas, minerales, fibra dietética, beta glucanos y compuestos con actividad antioxidante /23/. Lo anterior, junto con el reconocimiento de numerosos modificadores biológicos en las setas comestibles como una

alternativa para el tratamiento de varios trastornos fisiológicos humanos, ha hecho que algunos autores las denominen «setas nutraceuticas» /2, 23/.

En la tabla 3 se presenta el balance materiales, la bioconversión, que se obtiene del cultivo del *Pleurotus ostreatus* sobre los sustratos estudiados y su comparación con otros autores /12, 24, 25/, observándose el alto grado de bioconversión de los sustratos, alcanzando la pulpa de café el mayor valor.

Tabla 3
Bioconversión de los sustratos y su comparación con otros autores. (%)

Sustratos	Setas	Pleurotina	CO ₂ y H ₂ O
Pulpa de café	27,20	57,85	14,95
Cáscara de cacao	20,60	27,90	51,50
Cáscara de coco	12,40	70,30	17,30
Pulpa de café *	17,00	27,00	56,00
Pulpa de café **	5,40	49,80	44,80

*según /25/, ** según /24/

La implementación de la tecnología es capaz de generar, además de las setas, una buena cantidad de sustrato remanente (pleurotina), el cual según se reporta por varios autores, es aprovechado y utilizado como alimento animal o fertilizante /26, 27/.

En la tabla 4, se presenta la composición del sustrato remanente o pleurotina de café. Estudios realizados por los investigadores del CEBI en la Biofábrica Santiago, empleando la pleurotina de café como abono orgánico con diferentes cultivos (tablas 5 y 6), mostraron que los rendimientos son similares a los obtenidos, cuando se emplea el humus, como abono orgánico convencional.

Tabla 4
Comparación entre la composición bromatológica de la pulpa de café y su pleurotina. (% base seca) /12/

ANALISIS	Pulpa de café	Pleurotina de café
Humedad	13,01	52,81
Materia seca	86,99	47,19
Proteína bruta	11,16	20,06
Grasa cruda	7,98	6,53
Fibra bruta	14,65	18,41
Carbohidratos	58,24	45,26
Cenizas	7,97	9,74
Digestibilidad	76,01	78,42
Cafeína	2,00	0,004
Taninos	1,34	0,007
Fenoles	0,38	0,093

Tabla 5
Parámetros morfológicos de la calidad de la habichuela Lina y su rendimiento /28/

Abono	Largo (cm)	Grosor (mm)	Rendimiento(kg/m ²)
Pleurotina	34,0 ± 2,0a	7,4 ± 0,2a	3,2 ± 0,2a
Humus	34,0 ± 6,0a	7,3 ± 0,5a	3,4 ± 0,2a

Se presentan los valores promedios de tres réplicas ± la desviación estándar. Letras iguales, refiere no existencia de diferencias estadísticas significativas entre las medias (Prueba de Duncan, $p < 0,05$).

Tabla 6
Rendimiento de ajo porro /29/

Abono	Rendimiento (kg/m ²)	Peso de los bulbos(g)	Peso de toda la planta(g)
Pleurotina	0,40 ± 0,05.a	156,5 ± 13,9.a	396,9 ± 49,9.a
Humus	0,46 ± 0,07.a	152,1 ± 21,5.a	457,4 ± 70,5.a

Se presentan los valores promedios de tres réplicas ± la desviación estándar. Letras iguales, refiere no existencia de diferencias estadísticas significativas entre las medias (Prueba de Duncan, $p < 0,05$).

Ventajas de la tecnología

- Es una alternativa viable para la producción de alimento humano, capaz de satisfacer las necesidades proteicas y nutricionales de la población en los países subdesarrollados, en función de su bajo costo de producción, alto contenido proteico y su obtención en grandes cantidades en un corto lapso de tiempo; además de generar complementos de la dieta animal, pues la pleurotina está constituida por la pulpa de café detoxificada, producto de la fermentación ocurrida, posee adecuado contenido proteico y los valores de digestibilidad son superiores.
- La aplicación de esta tecnología integral de acuerdo a las particularidades de cada centro de despulpe y su entorno, posibilita la transformación de la pulpa de café en valiosos productos, (27-32 % de bioconversión).
- Con esta tecnología se erradican los problemas de contaminación ambiental que los subproductos lignocelulósicos ocasionan y se contribuye al desarrollo sostenible de las comunidades de montaña. De la misma forma se valorizan los residuales de las industrias del cacao, coco, aserríos y otros.

Conclusiones

- La tecnología de cultivo de setas comestibles (*Pleurotus*)
- está establecida como un proceso biotecnológico que se lleva cabo a nivel mundial, tanto a gran escala como a pequeña. El empleo de la pulpa de café, como sustrato único o mezclado con otros subproductos, produce altos rendimientos.
- es capaz de brindar beneficios económicos, sociales y ambientales a las comunidades serranas de nuestro país, además de poder ser explotada en las ciudades por empresas u organismos que promuevan el uso y consumo de setas comestibles *Pleurotus spp.* Además, la producción comercial de setas comestibles es considerada, ya sea en mayor o menor escala, como un proceso biológico eficaz y relativamente corto de recuperación de alimento proteico.
- se ejemplifican los tres elementos de las producciones limpias: conservación de recursos ayudados por tecnologías que minimizan los

- residuos a fuentes, a través de cambio de producto (sustitución/conservación/composición); tecnología de tratamientos designados para recuperar materias primas, energía, agua y subproductos y utilización de residuos para el empleo de ellos como materia prima secundaria.
- La comercialización de las setas y su presentación en el mercado es otro aspecto a tener en cuenta durante el proceso tecnológico del cultivo de setas. El CEBI cuenta con el registro sanitario para la comercialización del producto setas comestibles «NORA'S en salmuera» y se sigue desarrollando un programa de promoción y divulgación sobre el consumo de este valioso alimento, por sus características nutraceuticas y su elevado contenido de proteínas.
- Se demuestra que es una producción limpia, generadora de un alimento altamente nutritivo y a su vez iniciadora de un futuro prometedor: la biotecnología de setas comestibles.
- Generalizar esta tecnología integral, es una de las alternativas científico-tecnológicas de gran impacto para el futuro de la alimentación y la medicina.

Bibliografía

- 1 BERMÚDEZ, R. C., R. CÁRDENAS, M. SERRAT, N. GARCÍA, P. GROSS, V. DERONCELÉ, T. ORBERÁ. 1999. Informe Técnico, Proyecto Nacional Valorización de los Residuales del Café, CITMA, Cuba.
- 2 CHANG, S. T., P. G. MILES. Mushrooms, Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. CRC Press, Boca Raton. Pág. 451. 2004.
- 3 PANDEY, A. Solid-state fermentation. Biochemical Engineering 13:81-84. 2003.
- 4 ZHANXI, L., L. Zhanhua. Jun-cao technology. Asia-Pacific Edible Fungi Training Center, Fuzhou, China. 1997.
- 5 SÁNCHEZ, J. E., D. J. ROYSE. La Biología y el Cultivo de *Pleurotus spp.* Limusa, México, D.F. Pág. 290. 2002.
- 6 ICIDCA. Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar, Ministerio del Azúcar, La Habana, Cuba. 1998.
- 7 BERMÚDEZ RC, GARCÍA N, GROSS P, SERRANO M. Cultivation of *Pleurotus* on agricultural substrates in Cuba. Micología Aplicada Internacional 13(1):25-29. 2001.
- 8 KLIBANSKY M y col. Production of *Pleurotus ostreatus* mushrooms on sugar cane agrowastes. Acta Biotechnology 3(1):71-78. 1993.

- 9 FAR. Hongos: su cultivo en túneles. Boletín de información selectiva, Serie Agricultura, No. 3. Pág. 28. 1993.
- 10 BERMÚDEZ, R. C.; TRABA, J.; VERDECIA, M. Y GROSS P. Producción de *Pleurotus sp.* crf. Florida sobre residuales de la agroindustria cafetalera en Cuba. Micol. Neotrp. Apl. 7: Págs. 47-50. 1994.
- 11 MARTÍNEZ-CARRERA, D., A. AGUILAR, W. MARTÍNEZ, M. BONILLA, P. MORALES, M. SOBAL. Capítulo 45: Págs. 471-488. In: Coffee Biotechnology and Quality. Eds. T. Sera, C. R. Soccol, A. Pandey & S. Roussos. Kluwer Academic. 2000.
- 12 GARCÍA, N. Producción de setas comestibles *Pleurotus ostreatus* sobre subproductos del café y del cacao. Tesis de Máster en Biotecnología, Centro de Estudios de Biotecnología Industrial, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. 1999.
- 13 VERDECÍA, M. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* var. *florida* sobre pulpa de café en condiciones rurales. Tesis de Máster en Biotecnología, Centro de Estudios de Estudios de Biotecnología Industrial. Universidad de Oriente. 2000.
- 14 GROSS, P. Influencia del manganeso y el calcio en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café *Coffea canephora Pierre ex Froehner*. Tesis de Máster en Biotecnología. Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. Universidad de Oriente. 2001.
- 15 BERMÚDEZ RC, GARCÍA N, GROSS P, HERNÁNDEZ M. Análisis de la producción de setas comestibles *Pleurotus spp.* sobre pulpa de café. Revista Cubana de Química XVII(1):228. 2005.
- 16 _____. Cultivo de cepas de *Pleurotus sp.* sobre pulpa de café. Revista Mexicana de Micología 23:99-101. 2006.
- 17 GUZMÁN, G., G. MATA, D. SALMONES, C. SOTO-VELAZCO, L. GUZMÁN-DÁVALOS. El Cultivo de los Hongos Comestibles: con especial atención a Especies Tropicales y Subtropicales en Esquilmos y Residuos Agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. Pág. 245. 1993.
- 18 Bernabé-González, T., M. Cayetano-Catarino, A. Adán-Díaz, M. A. Torres Pastrana. Revista Mexicana de Micología 18: Págs. 77-80. 2004.
- 19 SALMONES, D., R. PÉREZ, R. GAITÁN-HERNÁNDEZ, G. GUZMÁN. Revista Iberoamericana de Micología 14: 173-176. 1997.
- 20 BRESSANI, R. Utilización de los subproductos del café para otros fines industriales. Resúmenes de Café 6: 12. 1989.
- 21 GARCÍA-ODUARDON, BERMÚDEZ-SAVÓN RC, SERRANO-ALBERNI M. Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles. Tecnología Química vol. XXXI(3) :15-22. 2011.
- 22 RAMOS, I. Producción de *Pleurotus ostreatus* var. *florida* sobre residuales del cacao. Tesis de Máster en Biotecnología, ESPOCH, Ecuador. 1999.
- 23 BERMÚDEZ, R. C., H. J. MORRIS, C. DONOSO, C. E. MARTÍNEZ & E. I. RAMOS. Efecto de la luz en la concentración de micosteroides de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas 22: 226-231. 2003.
- 24 RODRÍGUEZ-VALENCIA, N. & ZULUAGA, V., Cultivo de *Pleurotus pulmonaris* en pulpa de café. CENICAFE. 45(3): 81-92. 1994.
- 25 MARTÍNEZ-CARRERA, D. Simple technology to cultivate *Pleurotus* on coffee pulp in the tropics. Mushroom Science 12 (II): 169-178. 1989.
- 26 LABARÉRE, J. E., U. G. MENINI. Global policy profile related to the collection, characterization, conservation and utilization of mushroom genetic resources for food and agriculture. F.A.O. Global Network on Mushrooms, Newsletter No. 2. 1998.
- 27 LÓPEZ RI, DELMASTROS, CURVETTO NR. Spent oyster mushroom substrate in a mix with organic soil for plant pot cultivation. Micología Aplicada Internacional. Vol 20, No 1:17-26. 2008.
- 28 BERMÚDEZ SAVÓN RC, NGARCÍA ODUARDO, M SERRANO ALBERNI, I MUSTELIER PALENZUELA, D. LEGRÓ GONZÁLEZ. Empleo de la pleurotina en cultivos hortícolas. I Evento Internacional Cafécacao. 12-14 de Junio 2012. La Habana. 2012.
- 29 BERMÚDEZ RC, GARCIA N, SERRANO M, GROSS P, MUSTELIER I. Aprovechamiento de La Pleurotina como abono orgánico Agricultura Orgánica. Año 16, No.2: 28-29. 2010.