

Tecnología industrial y preindustrial

Disposición y aprovechamiento de los subproductos sólidos del café generados en el municipio de Tercer Frente¹

Mario J. Verdecia-García*, Jorge Luis Ramajo-Destrades*, Délima Navarro-Ocaña*, Julio Chacón-Reina*, Norlan Moran-Rodríguez*, Roberto González-Vega*, Alexei Yero-Guevara* y Migdalia Serrano-Alberni**

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente y en las áreas de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, durante 2014, 2015 y 2016. Se analizaron los resultados de la generación y aprovechamiento de la pulpa de café de las especies Coffea arabica y Coffea canephora en el cultivo de hongos comestibles en el territorio. Se calculó la cantidad de sustrato remanente obtenido del proceso de cultivo del hongo, con el objetivo de conocer la disponibilidad de residuos sólidos generados durante el proceso de beneficio del café, así como la disposición y aprovechamiento que se realiza a los mismos para mitigar su impacto ambiental. En Tercer Frente se generan alrededor de 1000 t de pulpa de café fresca, usándola como abono orgánico y para la obtención de humus de lombriz y en el cultivo de hongos comestibles Pleurotus ostreatus. En el municipio existen anualmente disponibles alrededor de 50 t de pergamino de café que se usa como combustible para uso industrial y doméstico. En el centro de beneficio seco de Tercer Frente se generan anualmente alrededor de 600 t de residuo seco natural de café, que puede ser usado para producir abono orgánico por composteo y lombricultura. El sustrato remanente de la producción de hongos es utilizado en los viveros como abono orgánico para producir posturas, y en las plantaciones experimentales de esta institución para mejorar la estructura y productividad del suelo.

Palabras clave: *Pleurotus*, hongo, pulpa de café, aprovechamiento, residuos.

Abstract

The present work was carried out in the Company Agriculture-forest Tercer Frente and in the Estación Experimental Agro-Forestal areas of Tercer Frente, Santiago de Cuba province, during 2014, 2015 and 2016 years. The results of the generation and utilization of the coffee pulp of the Coffea arabica and Coffea canephora species were analyzed in the cultivation of edible mushrooms in the territory. The quantity of remainder substratum obtained of the mushroom cultivation process was calculated, with the objective of knowing the readiness of solid residuals generated during the process of benefit of the coffee, as well as the disposition and use that carried out to the same ones to mitigate its environmental impact. In Tercer Frente there are generated around 1000 t of fresh pulp of coffee, using it like organic manure and for the obtaining of worm humus and in the cultivation of edible mushrooms Pleurotus ostreatus. In the municipality there are annually available around 50 t of parchment of coffee that is used as fuel for industrial and domestic use. In the center of dry benefit of Tercer Frente, there are generated annually around 600 t of natural dry residual of coffee that can be used to produce organic manure for compost and worm culture. The remainder substratum of the mushrooms production is used in the nurseries like organic manure to produce postures and in the experimental plantations of this institution to improve the structure and the soil productivity.

Key words: *Pleurotus*, mushroom, pulp of coffee, utilization, residuals.

¹ Recibido: 12/10/2017

Aprobado: 15/12/2017

*Estación Experimental Agro-Forestal Tercer frente, Santiago de Cuba. beneficio3@tercerfrente.inaf.co.cu

**Centro de Estudios de Biotecnología Industrial, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Oriente.

Introducción

El proceso de poscosecha comienza a partir de la recolección de las cerezas del café, que en estado de madurez es un fruto de color rojo o amarillo. Cada cereza tiene una piel exterior (exocarpio) que envuelve una pulpa dulce (mesocarpio). Debajo de la pulpa están los granos recubiertos por una delicada membrana translúcida conocida como mucílago. Estas membranas envuelven las dos semillas (endosperma) de café. Las semillas de café, conocidas como café verde, son las que se tuestan para la elaboración de la bebida que los consumidores disfrutan a diario (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2012).

El beneficio del café se realiza por vía húmeda y seca. Este proceso se utiliza para la separación del mesocarpio del endocarpio. Uno de los procesos más utilizados es el llamado beneficio seco del café.

En el beneficio seco se impregna la semilla con los azúcares y otros compuestos presentes en el mucílago del café, lo que conduce a la generación en la bebida final con una aroma dulce (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2012). En el proceso de poscosecha las cerezas comúnmente se exponen al sol durante varios días hasta alcanzar una humedad en rangos que pueden variar entre el 10 y 12 %.

El beneficio húmedo del café incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. En el despulpado a las cerezas se les retira la pulpa rápidamente después de la recolección (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2012).

Una vez que el café ha pasado por el proceso de beneficio se seca al sol o en secadores mecánicos. Cuando ya se tiene el café seco, se le denomina café pergamino, puesto que al grano lo cubre una capa amarilla opaca llamada pergamino (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2012).

Después de terminado todo el proceso de beneficio, incluyendo el secado, el café se somete a un nuevo proceso denominado trilla de café, para obtener el café almendra o café verde (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2012).

En la agroindustria cafetera solamente se utiliza el 9,5 % del peso total del fruto en la preparación de bebidas y el 90,5 % son subproductos resultantes del beneficio, los cuales son dispuestos o almacenados inadecuadamente, contaminando los cuerpos de aguas y los

suelos, generando afectación de los ecosistemas (Arango y Zapata, 2014).

La pulpa representa aproximadamente el 40 % en peso del fruto de café. Es el subproducto más voluminoso del proceso de beneficiado húmedo. Su densidad aparente es de aproximadamente 253 kg/m³ cuando está recién obtenida y suelta. Lo que quiere decir que de cada 4600 kg de fruto maduro se obtienen 1840 kg de pulpa, los cuales ocupan aproximadamente 7,00 m³. Es un material que se compacta rápidamente, y en 24 horas su densidad se incrementa a 460 kg/m³ (Arango y Zapata, 2014).

El interés por el aprovechamiento integral de los residuos de la práctica agropecuaria y la industrialización de las cosechas se ha incrementado en los últimos años por la imperiosa necesidad de encontrar nuevos procedimientos que contribuyan a mejorar situaciones tales como el agotamiento de los recursos energéticos, la escasez de alimentos y el aporte de soluciones a los problemas de contaminación ambiental creados por la deposición de residuos orgánicos al medio ambiente (Rolz *et al.*, 1982), (Traba y col., 1992) y (Zamora y Sánchez, 1995). La aplicación de los residuos agroindustriales en bioprocesos, por un lado, proporciona una alternativa al uso de los sustratos y, por el otro, ayuda a solucionar los problemas de contaminación ambiental debido a su deposición.

Con el desarrollo de este trabajo se tiene como objetivo conocer los volúmenes de residuos sólidos generados durante el proceso de beneficio del café, así como la disposición y aprovechamiento que se realiza a los mismos para mitigar su impacto ambiental.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente y en las áreas de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, dedicadas al aprovechamiento de residuos agroindustriales en el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, durante 2014, 2015 y 2016. Para su ejecución se tomaron las informaciones existentes en la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente, durante las cosechas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016, del acopio y beneficio húmedo y seco del café, con los que se calculó la cantidad de pulpa de café, residuo seco natural (RSN) y pergamino generados por despulpadora y en el Centro de Beneficio Seco final de la empresa, ubicado en San Piñí.

Además, se analizaron los resultados del acopio, secado y aprovechamiento de la pulpa de café de las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora* en el cultivo y comercialización del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en el territorio y otros municipios de la provincia de Santiago de Cuba, así como se calculó la cantidad de sustrato remanente (pleurotina) obtenido del proceso de cultivo del hongo.

Resultados y discusión

Se analizó la disponibilidad de residuos o subproductos sólidos de café en Tercer Frente en los principales centros de beneficio húmedo y seco en el período 2013-2016.

Durante la cosecha 2013-2014 se observó que los mayores volúmenes de pulpa se obtuvieron en las despulpadoras de Filé, Matías, Arroyón, La Tabla, Brazo Escondido y Las Bocas, con un rango entre 83,5 t y 38 t, coincidiendo esto con los mayores acopios de café y con las zonas donde más *Coffea arabica* se cultiva, de lo cual se generaron 573 t de pulpa de *Coffea arabica* como valor total en el territorio de Tercer Frente.

Durante la cosecha 2014-2015 predominaron en la generación de pulpa las despulpadoras de Filé, La Tabla, Brazo Escondido, Las Manuelas, La Maestra y Matías con un rango entre 28,6 t y 11,4 t, lo que concuerda con las mayores recolecciones de café y con las zonas en que más *Coffea arabica* se cultiva, donde se obtuvieron 163 t de pulpa de *Coffea arabica* como valor total en el territorio de Tercer Frente.

En la cosecha 2015-2016 se observó que los mayores volúmenes de pulpa se encontraron en las despulpadoras de La Tabla, Filé, Brazo Escondido, Las Bocas, Arroyón y Matías con un rango entre 52,7 t y 26,8 t. Esto coincide con los mayores cúmulos de café y con las zonas donde más *Coffea arabica* se cultiva, lo que generó un total de 947 t de pulpa de *Coffea arabica*, 145 t de pulpa de *Coffea canephora* y un total de ambas especies de 1092 t como valor total en el territorio de Tercer Frente.

De forma general se puede concluir que en Tercer Frente se obtienen alrededor de 1000 t de pulpa de café fresca como resultado de la suma de ambas especies, existiendo volúmenes suficientes, sobre todo de la especie *Coffea canephora* en las dos despulpadoras más cercanas a la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente (Filé y Manacas).

Se analizó la disponibilidad de subproductos sólidos secos (pergamino y residuo seco natural (RSN)) generados en planta de secado y procesamiento final de la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente ubicada en San Piñí.

Durante la cosecha 2013-2014 se observó que los mayores volúmenes de pergamino se encontraron en las despulpadoras de Filé, Matías, Arroyón, La Tabla, Brazo Escondido y Las Bocas, con un rango entre 24,0 t y 5,1 t, coincidiendo esto con los mayores acopios de café y con las zonas en las que más *Coffea arabica* se cultiva, de donde se generaron 80 t de pergamino de *Coffea arabica* como valor total en el territorio de Tercer Frente.

En la cosecha 2014-2015 predominaron en la generación de pergamino las despulpadoras de Filé, La Tabla, Brazo Escondido, Las Manuelas, La Maestra y Matías con un rango entre 5,0 t y 1,6 t, en correspondencia con las mayores recolecciones de café y con las zonas donde más *Coffea arabica* se cultiva, de la cual se obtuvieron 24 t de pulpa de *Coffea arabica* como valor total en el territorio de Tercer Frente.

En la cosecha 2015-2016 se observó que los mayores volúmenes de pergamino se encontraron en las despulpadoras de La Tabla, Filé, Brazo Escondido, Las Bocas, Arroyón y Matías con un rango entre 52,7 t y 26,8 t, lo que coincide con las mayores recolecciones de café y con las zonas donde más café se cultiva, lo que generó un total de 50 t de pergamino de *Coffea arabica*, 5,8 t de pergamino de *Coffea canephora* y un total de ambas especies de 55,8 t como valor total en el territorio de Tercer Frente.

Se puede concluir que en el municipio de Tercer Frente se genera anualmente alrededor de 50 t de pergamino que puede ser usado como combustible para uso industrial y doméstico.

Durante la cosecha 2013-2014 se observó que los mayores volúmenes de RSN se encontraron en las despulpadoras de Las Bocas, Palenque, La Maestra, La Puya, Monjará y La Lata, con un rango entre 4,5 t y 2,0 t, 34 t de RSN de *Coffea arabica* como valor total en el territorio de Tercer Frente. Como se observa, esto coincide con los mayores acopios de café y con las zonas donde más *Coffea arabica* se cultiva.

Para el caso de especie *Coffea canephora* se encontró que los mayores volúmenes de RSN se generaron en las despulpadoras de Filé, Manacas, San Piñí, Matías, San Fermín y Macubá, con un rango entre 138 t y 20,6 t.

Como valor total en el territorio de Tercer Frente se obtuvo 514 t, lo que coincide con las mayores recolecciones de café de ambas especies en las zonas donde más café se cultiva, incidiendo notablemente la especie *Coffea canephora*, ya que esta se cultiva fundamentalmente en la zona baja donde se encuentran ubicados todos estos centros de despulpe.

Para el caso de ambas especies y el total de pergamino más RSN se encontró que los mayores volúmenes se generaron en las despulpadoras de Filé, Manacas, San Piñí, Matías, San Fermín y Macubá, con un rango entre 162,7 t y 21,3 t. Como valor total en el territorio de Tercer Frente se obtuvo 625 t.

Esto coincide con los mayores acopios de café de ambas especies en las zonas donde más café se cultiva, incidiendo notablemente la especie *Coffea canephora*, ya que esta se cultiva fundamentalmente en la zona baja donde se encuentran ubicados estos centros de beneficio, y la mayor cantidad de este café se beneficia por vía seca.

Durante la cosecha 2014-2015 predominaron en la generación de RSN las despulpadoras de San Lorenzo, Arroyón, Brazo Escondido, La Maestra, Matías y Rihito, con un rango entre 2,4 t y 1,0 t. Esto concuerda con las mayores recopilaciones de café y con las zonas en las que más *Coffea arabica* se cultiva, donde se generaron 17,7 t de RSN de *Coffea arabica* como valor total en el territorio de Tercer Frente.

Para el caso de especie *Coffea canephora* se encontró que los mayores volúmenes de RSN se obtuvieron en las despulpadoras de Filé, Manacas, San Piñí, San Fermín, Macubá y Matías, con un rango entre 114 t y 28 t. Como valor total en el territorio de Tercer Frente se obtuvo 498 t. Esto coincide con los mayores acopios de café de ambas especies en las zonas donde más café se cultiva, incidiendo notablemente la especie *Coffea canephora*, ya que esta se cultiva fundamentalmente en la zona baja donde se encuentran ubicados todos estos centros de beneficio.

Para el caso de ambas especies y el total de pergamino más RSN se encontró que los mayores volúmenes de RSN se generaron en las despulpadoras de Filé, Manacas, San Piñí, San Fermín, Matías y Macubá, con un rango entre 119 t y 29,4 t. Como valor total en el territorio de Tercer Frente se obtuvo 539,5 t concordando esto con el mayor acopio de café de ambas especies en las zonas

donde más café se cultivó, incidiendo notablemente la especie *Coffea canephora*, ya que esta se cultiva fundamentalmente en la zona baja donde se encuentran ubicados todos estos centros de beneficio, y la mayor cantidad de este café se beneficia por vía seca.

En la cosecha 2015-2016 se observó que los mayores volúmenes de RSN se encontraron en las despulpadoras de Palenque, Jengibre, Macubá, Arroyón, Las Manuelas y Los Lajiales, con un rango entre 1,9 t y 1,0 t, coincidiendo esto con los mayores acopios de café y con las zonas donde más café se cultiva. Durante la misma se generaron un total de 15 t de RSN de *Coffea arabica*, como valor total en el territorio de Tercer Frente.

Para el caso de especie *Coffea canephora* se encontró que los mayores volúmenes de RSN se generaron en las despulpadoras de Manacas, San Piñí, Filé, Matías, San Fermín y Macubá, con un rango entre 116,6 t y 30,0 t. Como valor total en el territorio de Tercer Frente se obtuvo 575 t, coincidiendo esto con las mayores recolecciones de café de ambas especies en las zonas donde más café se cultiva, incidiendo notablemente la especie *Coffea canephora*, ya que esta se cultiva fundamentalmente en la zona baja donde se encuentran ubicados todos estos centros de despulpe.

Para el caso de ambas especies y el total de pergamino más RSN se encontró que los mayores volúmenes que se generaron en las despulpadoras de Filé, Manacas, San Piñí, Las Bocas, Matías y San Fermín, con un rango entre 115,7 t y 38,2 t. Como valor total en el territorio de Tercer Frente se obtuvo 639 t.

Concuerda esto con los mayores acopios de café de ambas especies en las zonas donde más café se cultiva, incidiendo notablemente la especie *Coffea canephora*, ya que esta se cultiva fundamentalmente en la zona baja donde se encuentran ubicados todos estos centros de beneficio, y la mayor cantidad de este café se beneficia por vía seca.

Se analizó el uso y manejo de los subproductos o residuos generados durante el proceso de beneficio húmedo y seco del café en este territorio.

La posibilidad de aprovechamiento de un residuo que en su totalidad es orgánico, se convierte en la alternativa propuesta. El compostaje como método exitoso que permita cerrar el ciclo de la materia orgánica que bajo métodos ya establecidos permita reutilizar el abono resultante como un mejorador de suelos, minimiza el impacto nega-

tivo generado al medio ambiente, evita las implicaciones directas en la salud pública por la contaminación de las fuentes de agua.

Permite darle un valor agregado por ser un café orgánico; también se disminuirían los volúmenes de fertilizantes químicos empleados en el ciclo productivo. Es una alternativa de negocio por el aprovechamiento, tratamiento y comercialización de mejoradores de suelos como un producto amigable con el medio ambiente y de gran demanda en el mercado.

El uso de la pulpa de café en este territorio aún no es total; a pesar de eso, es utilizada en la producción de posturas en viveros, en la obtención de abono orgánico mediante el composteo, así como en la producción de humus de lombriz en los centros de beneficio para su posterior uso en la agricultura urbana y suburbana para la producción de viandas hortalizas, vegetales y granos.

Además, estos abonos orgánicos son utilizados en los centros de beneficio con este mismo fin, y así diversificar la producción e incrementar los beneficios económicos ecológicos y sociales de sus trabajadores y los pobladores de las comunidades cercanas.

En todas las zonas del municipio de Tercer Frente se realiza un adecuado manejo a los residuos sólidos y líquidos resultante del proceso de beneficio húmedo del café, para lo que se ha introducido la tecnología de beneficio ecológico, se han construido cajas de cáscara techadas para la pulpa de café y lagunas de oxidación para los residuos líquidos, donde estos se degradan y disminuyen su carga contaminante evitando la contaminación de las fuentes de agua.

En Cuba, como en otros países de América Latina, se utiliza la cascarilla o pergamino de café para la cocción de alimentos (Kuhl, 2008). En los centros de beneficio húmedo y seco de nuestro país se utiliza este material como combustible para generar el calor en los hornos utilizados para el secado artificial del café y el cacao en guardiolas y silos secadores. Además, entre 2000 y 2005 se utilizaron fogones contruidos con tubos de acero para utilizar como material la cascarilla de café en la cocción de alimentos en nuestra institución.

En Tercer Frente se generan alrededor de 50 t de pergamino anualmente, según los resultados de las últimas tres cosechas, que pueden ser utilizados como combustible industrial y doméstico.

En el centro de beneficio seco final de la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente, ubicado en San Piñí, se generan anualmente considerables volúmenes de residuos sólidos secos (pergamino y RSN) de las dos especies cultivadas en el país, *Coffea arabica* y *Coffea canephora*.

Esto se convierte en un problema ambiental al no ser eficientemente utilizados en viveros y plantaciones a pesar de ser necesario; en ocasiones se inician incendios producto de las altas temperaturas y la generación de biogás procedente de la descomposición por bacterias y otros microorganismos de estos residuos.

En nuestra institución (Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente) se acopian, secan al sol y almacenan anualmente en los últimos tres años entre 450 y 960 kg de pulpa de café seca, lo que representa un total de 2210 kg secos y a su vez 8840 kg de pulpa fresca de ambas especies que se emplearon en la producción de hongos comestibles.

Las dificultades para el incremento del acopio y secado del sustrato se encuentran en la insuficiente capacidad de secado existente en la Estación, para lo que se usan las calles, no siendo este el lugar ideal por ser utilizada por el transporte y por sus características rugosas, lo que parte el sustrato en partículas más pequeñas, así como también la deterioran los carros al pasar sobre esta. Además, influye también la insuficiente cantidad de pulpa de *Coffea arabica* en el período óptimo para secarla en los centros de despulpe donde se busca (Filé y Manacas).

Esto evitó que no impactaron negativamente al medio ambiente al ser utilizadas en la producción y comercialización de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, de lo que se obtuvieron 800 kg de hongos en este período y se generaron 1642 kg de sustrato remanente (pleurotina), que se utiliza en la obtención de abono orgánico y humus de lombriz para la producción de injertos de café y posturas de café.

Las materias brutas pueden ser utilizadas como sustrato por los descomponedores primarios como el hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), los cuales poseen enzimas lignocelulolíticas (Baek, 2005) y (Sánchez y Mata, 2012). Esta especie es de una gran versatilidad, ya que soporta grandes variaciones térmicas, existen variedades resistentes a plagas y enfermedades y puede ser cultivada prácticamente sobre cualquier sustrato lignocelulósico. Asimismo, sus propiedades organolépticas la hacen muy superior al Champignon (García, 2005).

Para el acopio de la pulpa de café necesaria para el cultivo y comercialización de los hongos se seleccionan

las despulpadoras de Filé y Manacas por su fácil acceso y volúmenes de producción, aunque de ser necesario se puede acopiar el sustrato de un grupo de despulpadoras con volúmenes de pulpa adecuados y fácil acceso de sus viales y cajas de cáscara, tales como La Lata, Los Lajiales, Matías y Arroyón.

Conclusiones

- En el territorio de Tercer Frente se generan alrededor de 1000 t de pulpa de café fresca, la que es almacenada en cajas de cáscara techadas para luego ser utilizada como abono orgánico y para la obtención de humus de lombriz, destinados a la producción de posturas y alimentos de diversos tipos.
- Anualmente hay disponibilidad de alrededor de 50 t de pergamino de café en el territorio de Tercer Frente que puede ser empleado como combustible para uso industrial y doméstico.
- En el centro de beneficio seco final de Tercer Frente se generan anualmente alrededor de 600 t de residuo seco natural de café, que puede ser usado para producir abono orgánico por composteo y lombricultura.
- En la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente se utiliza la pulpa y el RSN de café en la producción de humus de lombriz, posturas de diversos tipos y el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.
- El sustrato remanente de la producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* se utiliza como abono orgánico en los viveros y plantaciones experimentales de la Estación Experimental Tercer Frente para mejorar la estructura y productividad de suelo.

Bibliografía

- Arango, H. G. y J. A. Zapata: *Manejo de residuos sólidos en café*. En línea. Disponible en: http://www.ecoticias.com/userfiles/extra_thumbs/306_EACC_platanarena.jpg, 2014. Consultado: abril, 2016.
- Baek Cho, S.: Manual del cultivador de hongos. Cultivo del hongo ostra. *Copyright by Mush World*, 2005.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Beneficio de café. [En línea]. [Disponible en: www.cafede-colombia.com/particulares/sobre/elcafe/industrializacion] [Consultado: 20 mayo 2012].
- García, O.: Producción y comercialización de hongos comestibles. En: *Material elaborado para el curso taller, Grupo alternativo*, p. 10, 2005.
- Kuhl, M.: *Cocina con cascarilla de café*. URL: http://vinculando.org/ecologia/cocina_con_cascarilla_de_cafe.html en Revista Vinculando. 2008. Consultado: abril, 2016.
- Rolz, C.; Menchú, J.; Calzada, F.; De león, R. y R. García: Biotechnology in washed coffee processing. *Process Biochemistry*, 17: 8-10, 1982.
- Sánchez, J. E. y G. Mata: *Hongos comestibles y medicinales en iberoamerica*: Investigación y desarrollo en un entorno multicultural. Ecosur, pp. 145-190, 2012.
- Traba, J. A.; Marañón, A.; Salgado, I.; Castillo, S. y C. Bermúdez: Composición y aprovechamiento de los residuales de café. En: *Reporte anual de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao*, Tercer Frente, Santiago de Cuba. 1992.
- Zamora. E. y J. A. Sánchez: Producción de un extracto ácido de paja de arroz. *Acta Científica Venezolana*, 46, 135-139, 1995.