

**USO DEL RESIDUAL SÓLIDO DE BIOGÁS PARA LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN HUERTOS INTENSIVOS.**

AUTORES: Pável Chaveli Chávez <sup>1</sup>

Ricardo Caballero Alvarez <sup>2</sup>

Mirna Vento Pérez <sup>3</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [oparrado@ucp.cm.rimed.cu](mailto:oparrado@ucp.cm.rimed.cu)

Fecha de recibido: 15 de septiembre de 2012

Fecha de aceptado: 22 de noviembre de 2012

**RESUMEN**

Se llevó a cabo un estudio para medir el comportamiento de la utilización de diferentes dosis de residual sólido de producción de biogás (0.5; 1.0; 1.5 y 2.0 kg.m<sup>-2</sup>) en tres momentos de aplicación (al inicio, cada dos cultivos y en cada cultivo) en una secuencia de hortalizas. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se realizaron muestreos al suelo al término del ciclo de cultivo y se determinó pH (KCl), contenido de fósforo, potasio y el porcentaje de materia orgánica. Del análisis de los resultados se obtuvo que la dosis de 1 kg.m<sup>-2</sup> del residual de biogás en su estado sólido aplicado cada dos cultivos logro incrementos de los rendimientos por encima del 30% con respecto a la no aplicación del residual. Los contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O y el % de materia orgánica se favorecieron con el uso del abono al término del ciclo de las hortalizas, lo que permite la explotación intensiva del suelo.

**PALABRAS CLAVE/** Residual sólido de biogás, hortalizas, agricultura orgánica

**USE OF BIOGAS SOLID WASTE FOR INTENSIVE VEGETABLE PRODUCTION GARDENS.**

**ABSTRACT**

---

<sup>1</sup> Lic. en Microbiología, Investigador Agregado, Instituto de Suelos, UCTB Camagüey.

<sup>2</sup> Ing. Agrónomo, Investigador Auxiliar, M. Sc. en Fertilidad del Suelo, Instituto de Suelos, UCTB Camagüey.

<sup>3</sup> Ing. Agrónoma, Investigadora Auxiliar, M. Sc. en Fertilidad del Suelo Instituto de Suelos, UCTB Camagüey.

A study was conducted to measure the performance of using different doses of solid waste in biogas production (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 kg.m<sup>-2</sup>) in three application times (at baseline, each two crops and in each crop) in a sequence of vegetables. Design of randomized blocks with three replications was employed. Soil sampling at the end of the crop cycle were performed and pH (KCl), content of phosphorus, potassium and the percentage of organic matter was determined. Analysis of the results obtained that the dose of 1 kg.m<sup>-2</sup> residual biogas in its solid state achievement applied every two crops yield increases above 30% over the non-implementation of the residual. The P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O and % organic matter contents were favored by the use of the organic fertilizer at the end of the cycle of the vegetables, allowing the intensive soil use.

KEYWORDS / biogas solid waste, vegetables, organic agriculture

## INTRODUCCIÓN

El biogás se viene utilizando desde hace cerca de 5000 años atrás (Lobera, 2011), pero no fue hasta la década de los años 60 que se impulsó notablemente en la India, la tecnología de producción de biogás de estiércol bovino con el doble propósito de aprovechamiento energético y el mantenimiento de las propiedades fertilizantes del residual obtenido (Campos, 2001). Desde entonces y hasta la fecha son cada día más los productores que utilizan este residuo como abono para sus cultivos.

La agricultura urbana en Cuba ha alcanzado un auge extraordinario a través de la producción de vegetales en la modalidad de huertos intensivos fundamentalmente. En esta modalidad es necesario emplear grandes cantidades de abonos orgánicos que sea capaz de suplir las necesidades nutricionales de los cultivos para la obtención de buenos rendimientos sin que provoque deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo sometido a una explotación y manejo intensivo. En este sentido, se han utilizado varios productos, dentro de los que se encuentra el residual sólido derivado de la producción de biogás; el cual además de tener excelentes propiedades nutritivas para las plantas (Aparcana y Jansen, 2008), constituye un elemento contaminante en las comunidades circundantes a los digestores, por lo que su reutilización en los cultivos también contribuye a descontaminar el medio ambiente.

Atendiendo a esto, se realizó un estudio para conocer el comportamiento de la aplicación del residual sólido de la producción de biogás en hortalizas en huertos intensivos, con vista a tener una opción más de fertilización orgánica en este tipo sistema de producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones de campo se condujeron en huertos intensivos de la ciudad de Camagüey, sobre un suelo en explotación, clasificado como Pardo con Carbonato Típico Lavado (Instituto de Suelo, 1994); Inseptisol (USDA, 1994) con fuerte actividad antrópica y la siguiente composición: pH: 6.2; contenido de fósforo: 49.28 mg de  $P_2O_5$  por 100 g de suelo; contenido de potasio: 22.4 mg de  $K_2O$  por 100 g de suelo y 3.0 % de materia orgánica.

El residual utilizado en el estudio fue analizado químicamente antes de ser aplicado y se aprecia un contenido de 2.26 % de nitrógeno; 0.90 % de fósforo; 1.50 % potasio y 46 % de materia orgánica; encontrándose dentro de los rangos que deben oscilar estos elementos para ser usados como abonos, según el reporte de otros autores (Caballero, 1999; Vento, 2000; Aparcana y Jansen, 2008).

El residual de biogás se aplicó a diferentes dosis (0.5; 1.0; 1.5 y 2.0  $kg.m^{-2}$ ), en tres momentos de aplicación (al inicio, de cada dos cultivos y en cada cultivo) durante una rotación de las hortalizas que incluyó lechuga (*Laeutaca sativa*, L.), cebollino (*Allium fitulosum*), remolacha (*Beta vulgaris*, L.), rabanito (*Raphanus sativus*, L.), acelga (*Brasica rapa*) y pepino (*Cucumis sativus*). Para determinar el rendimiento en cada cosecha, se tomó el peso de la hortaliza por parcela en kilogramos por metros cuadrados ( $kg.m^{-2}$ ).

El residual de biogás sólido se aplicó en la superficie de canteros de 40 metros de largo después de conformado el mismo y se incorporó con rastrillo en los primeros 5 cm de profundidad. La limpieza de plantas indeseadas, el riego y las atenciones fitosanitarias se hicieron de acuerdo a lo establecido en el instructivo técnico de organopónicos y huertos intensivos (MINAG, 1998). Al finalizar el estudio, se efectuó un muestreo de suelo por parcela, donde se determinó pH,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y MO; según ONN (1999a, b, c).

El diseño empleado fue de bloques al azar con arreglo factorial y cuatro réplicas. Las parcelas experimentales tuvieron 1  $m^2$  dejándose área de borde en las mismas. El procesamiento estadístico de los resultados se realizó mediante análisis de varianza de clasificación doble y donde hubo significación se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación del 5% utilizando el paquete estadístico SPSS versión 15.0

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar los resultados del rendimiento acumulado de la secuencia de hortalizas estudiada, se observa que con la dosis de 1  $kg.m^{-2}$  del residual, se alcanzan rendimientos de 20  $kg.m^{-2}$  de hortalizas (Fig. 1).

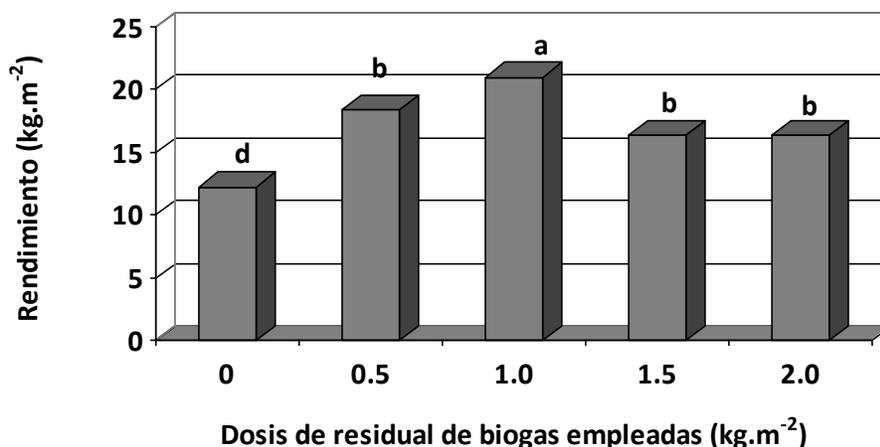


Figura 1: Efecto de las dosis del residual de biogás sobre el rendimiento acumulado de una secuencia de hortalizas.

Por otra parte, la aplicación del abono cada dos cultivos o de forma alterna, resulto ser la mejor variante (Fig. 2), indicando un efecto residual que cubre dos cultivos en sucesión. Resultados similares obtuvieron Caballero *et al.* (2011) al aplicar compost de estiércol vacuno en secuencias de cultivo de hortalizas en sistema de huertos intensivos, los cuales demostraron que los mejores rendimientos se obtienen cuando se aplica el abono cada dos cultivos.

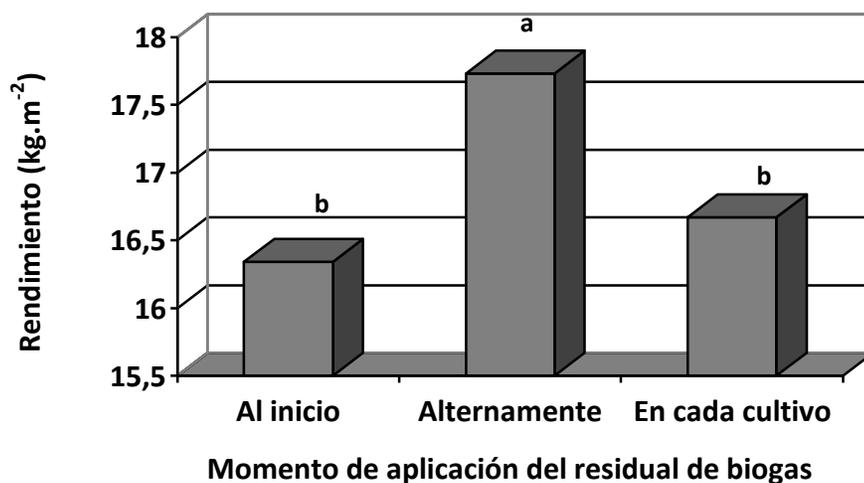


Figura 2: Comportamiento del momento de aplicación del residual de biogás sobre el rendimiento acumulado de una secuencia de hortalizas.

Estos resultados obedecen a la incidencia positiva que este abono causa en las propiedades del suelo, fundamentado por las buenas características que el mismo posee en su composición, pues como informa Arcia citado por Caballero *et al.* (2004) el residuo producido a partir de la cachaza presenta valores de sus elementos en por cientos similares a los de la propia fuente sin procesar y que existe una mayor disponibilidad de los nutrientes asimilables en el lodo como consecuencia del proceso de fermentación anaeróbica a que fue sometido. Por otro lado Caballero *et al.* (1999) plantean que es un material rico en sustancias húmicas lo cual es vital para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Esta respuesta guarda una estrecha relación con el resultado que se obtiene cuando se analiza el contenido final de las principales características químicas del suelo al término del estudio, por la incidencia que el lodo causa sobre las mismas (Fig. 3) donde se aprecia que el testigo mostró los más bajos contenidos de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y el por ciento de materia orgánica, aumentando de forma general con los tratamientos que portaban el abono.

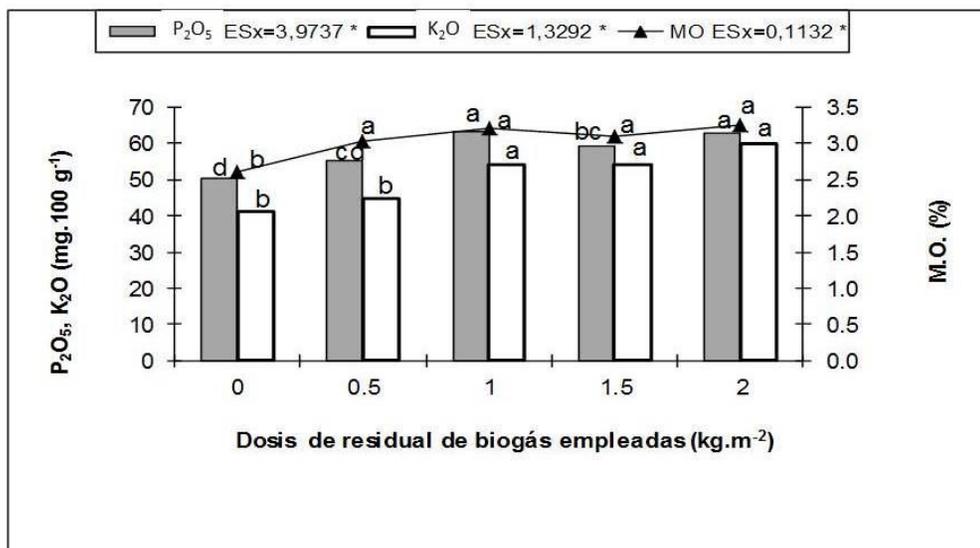


Figura 3: Influencia del residuo de la producción de biogás sobre las principales propiedades químicas del suelo del huerto estudiado

Este resultado se justifica por las características favorables que este residual posee, al incorporarle al suelo cantidades suficientes de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y materia orgánica, estando esto en correspondencia con las dosis y frecuencia de aplicación empleadas, pues cuando se aplicó  $1 \text{ kg.m}^{-2}$  del lodo, tres veces durante el ciclo, se alcanzó un acumulado final equivalente a  $3 \text{ kg.m}^{-2}$  en las parcelas que les correspondía, ocurriendo así con las otras dosis y frecuencias en estudio, lo cual reafirma la respuesta obtenida. Este efecto favorable que causa los abonos orgánicos en el suelo y que incrementan los rendimientos de los cultivos hortícolas han sido reportados por Bacht *et al.* (1997), Guevara *et*

*al.* (2004), además por Chaveli *et al.* (2006), Caballero *et al.* (2001, 2003 y 2011) en suelos de huertos intensivos.

## CONCLUSIONES

En huertos intensivos en explotación cuando se utiliza 1 kg.m<sup>-2</sup> del residual de biogás en su estado sólido cada dos cultivos durante la rotación de las hortalizas, se logran incrementos de los rendimientos por encima del 30% con respecto a la no aplicación.

Los contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O y el % de materia orgánica se favorecieron con el uso del residuo sólido de biogás al término del ciclo de las hortalizas, lo que permite la explotación intensiva del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aparcana, S. y Jansen, A. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación Anaeróbica" para producción de biogás. Professional energy and environmental consultancy. ProfEC. Lima, Peru. 10p.
- Bacht, T.; Monadero, M.; Ubaya, C. y Valdes, E. (1997). Utilización de lodos anaeróbicos de la producción de biogás como enmiendas orgánicas del suelo. IV Congreso de Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo y Reunión Internacional de Rhizosfera. p:97.
- Caballero, R. (1999). Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de Huertos Intensivos. Tesis presentada en opción al grado de Máster en Fertilidad del Suelo. Universidad de Camagüey. 52p.
- Caballero, R; Pérez, D.; Vento, M.; Chaveli, P.; Font, L. y Rodríguez, D. (2011) Optimización de la fertilización orgánica a través de los niveles críticos de fósforo, potasio y materia orgánica en suelos de huertos intensivos. Información técnica económica agraria ITEA. Vol. 107, No.4, Diciembre 2011. P.281-289.
- Caballero, R.; Gandarilla, J.E.; Pérez, D. y Rodríguez, D. 1999. Uso del lodo residual de la producción de biogás en la fertilización de las hortalizas en huertos intensivos. Centro Agrícola. 4:35-38.
- Caballero, R.; Pérez, D.; Vento, M.; Font, L.; Chaveli, P.; Rodríguez, D. y Valenciano, M. (2003). Generalización de la tecnología de fertilización orgánica en los huertos intensivos del Municipio Camagüey. Informe Final del Proyecto Territorial 0908007. Instituto de Suelo, Dirección Provincial, Camagüey. 25p.
- Caballero, R.; González, M; Pérez, P; Chaveli, P; Rodríguez, D. (2004). Mejoramiento de la disponibilidad de abonos orgánicos en la Granja Urbana del municipio Camagüey. XIV Congreso Científico INCA. Programas y Resúmenes. p 78.
- Caballero, R; Gandarilla, J.E; Perez, D. y Rodríguez, D. (2001) Tecnología de fertilización orgánica en huertos intensivos. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Programas y Resúmenes. p. 138.
- Campos, A. E. (2001). Optimización de la digestión anaerobia de purines de cerdo mediante codigestión con residuos orgánicos de la industria agroalimentaria. Tesis

- Doctoral. Laboratorio de ingeniería ambiental. Dpto de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universidad de Lérida. 394p.
- Chaveli, P.; Caballero, R.; Corrales, I.; López, P. y Rodríguez, D. (2006). Empleo del residual de biogás en la fertilización de algunos cultivos. Informe final de proyecto. Instituto de Suelos. Camagüey. 18p.
- Guevara, A.; González, M.; Pérez, D.; Peña, E; Hartman, T. y Bardanca, T. (2004). Aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes minerales para hortalizas en casas de cultivos protegidos. XIV Congreso Científico del INCA. Programa y Resúmenes p: 27. Instituto de Suelos. (1994). Cuarta versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. MINAGRI. La Habana: 36 p.
- Lobera, J.B. (2011). Historia del biogás. Proyecto METABIORESOR. IMIDA. 12p.
- MINAG. (1998). Instructivo Técnico para Organopónicos MINAG-INIFAT. La Habana, Cuba, 78 pp.
- ONN. Oficina Nacional de Normalización. (1999a) Norma Cubana NC. ISO 10309. Determinación de pH(KCl).
- ONN. Oficina Nacional de Normalización. (1999b). Norma Cubana NC 52. Determinación de las formas móviles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.
- ONN. Oficina Nacional de Normalización. (1999c). Norma Cubana NC 51. Determinación de materia orgánica.
- USDA (1994). Keys to soil taxonomic. 305 pp. Soil conservation service. Sixth Edition.
- Vento, M. (2000). Obtención de un compost estático y estudio de su calidad. Tesis presentada en opción al grado de Master en Ciencias. Universidad de Camagüey. 47p