

**Empleo del lodo de biogás en la fertilización del plátano fruta.**AUTORES: Ricardo Caballero Álvarez<sup>1</sup>Pavel Chaveli Chávez<sup>2</sup>Mirna Vento Pérez<sup>3</sup>

Fecha de recibido: 10 enero de 2011

Fecha de aceptado: 16 marzo 2011

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [rcaballero@suelos.eimanet.co.cu](mailto:rcaballero@suelos.eimanet.co.cu)

## RESUMEN

Para lograr incremento de los rendimientos en el cultivo del plátano fruta, en suelos Ferríticos Rojo Oscuro típico, se utilizó el residual de biogás en su estado de lodo, el cual se caracterizó químicamente. Se estudiaron dosis de (0,0.50, 0.75 y 1L.planta<sup>-1</sup>); en un diseño de bloque al azar y 4 réplicas. En las mediciones se tuvo en cuenta, el peso del racimo, el número de manos y el número de dedos de la segunda mano de cada racimo. Se hicieron muestreos del suelo al inicio y al finalizar el estudio, para determinar pH (KCl), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y materia orgánica. La caracterización del residual sirvió para conocer sus posibilidades de utilización como abono, las cuales son muy positivas. La mejor dosis encontrada fue la de 1 L.planta<sup>-1</sup>, lográndose rendimientos de 60.75 t.ha<sup>-1</sup>; alcanzándose un beneficio económico de 1 862.87 \$.ha<sup>-1</sup>; además de un aumento de los contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y la materia orgánica al finalizar el estudio con la dosis empleada.

PALABRAS CLAVE/ Residual de biogás, plátano, fertilización orgánica.

**Use of mud biogas in banana fertilization**

## ABSTRACT

To achieve increment of the yields in the cultivation of the banana, in Dark Red Ferrítico Soil, the residual of biogas was used in their mud state, which was characterized chemically. Dose of (0, 0.50, 0.75 and 1 L.plant<sup>-1</sup>) was studied in a block design at random and 4 replicas. Measurements of the weight of the cluster, the number of hands and the number of fingers of the second hand of each cluster was realize. Samplings of soil to the beginning and ending the study were made to determine pH (KCl), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O and organic matter. The

---

<sup>1</sup> Investigadora del Instituto de Suelos. Dirección Provincial; Camaguey<sup>2</sup> Investigadora del Instituto de Suelos. Dirección Provincial; Camaguey<sup>3</sup> Investigadora del Instituto de Suelos. Dirección Provincial; Camaguey

characterization of the residual one was good to know its use possibilities like fertilizer, which are very positive. The best opposing dose was that of 1 L.plant<sup>-1</sup>, being achieved yields of 60.75 t.ha<sup>-1</sup>; being reached an economic benefit of 1 862.87 \$.ha<sup>-1</sup>; besides an increase of the contents of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O and the organic matter when concluding the study with the used dose.

KEYWORDS/ Residual of biogas, banana, organic fertilization.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe la tendencia mundial de ir disminuyendo la utilización de productos químicos, los cuales ha provocado un serio problema ambiental en varias regiones, debido a su desproporcionado manejo con respecto a los abonos naturales u orgánicos, con el único fin de obtener elevados rendimientos aún a costa de la contaminación y degradación del suelo, el aire y el agua.

Con el fin de reducir o atenuar esta degradación de los suelos el uso de residuales orgánicos constituye una alternativa prometidora, y entre ellos el residuo de la producción de biogás, según Caballero y col (2005), es un abono orgánico tanto en su estado sólido como líquido de características químicas muy favorables para su uso en el abonado de los cultivos.

También reportan características positivas de este residuo Arcía y col (1986) cuando expresan que el residuo producido a partir de la cachaza presenta valores de sus elementos en por ciento similares a los de la propia fuente sin procesar y que existe una mayor disponibilidad de nutrientes asimilables en el lodo como consecuencia del proceso de fermentación anaeróbica a que fue sometido.

Teniendo en cuenta todo lo planteado anteriormente el objetivo de este estudio fue definir la mejor dosis de residuo de biogás en su estado líquido, que logre incremento de los rendimientos en el plátano fruta, sembrado en suelo Ferrítico Rojo oscuro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para caracterizar el residual de biogás en su estado líquido se tomaron muestras durante siete meses, una cada mes, de los digestores del MININT ubicado en el camino de Maragúan; municipio de Camagüey, a los que se le realizaron los siguientes análisis:

Químicos: (pH (H<sub>2</sub>O)); CE; MO; % N; % P; % K; % Ca; % Mg y % Na.

Las investigaciones de campo se condujeron en la Granja del MININT Pílon 3, ubicada en el municipio de Sierra de Cubitas, en el cultivo del plátano fruta, sobre suelo clasificado como Ferrítico Rojo oscuro (Instituto de Suelo, 1999); sus principales características químicas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Composición inicial del suelo.

pH (KCl)	mg. 100g <sup>-1</sup>		M.O (%)
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
6.2	17.25	39.50	2.35

Los resultados de la caracterización del residual líquido se discuten al inicio del acápite de resultados y discusión.

Las dosis del residual líquido fueron: 0; 0.50; 0.75 y 1.0 L.planta<sup>-1</sup>, mediante un diseño de bloque al azar y cuatro réplicas. Las parcelas están compuestas por 6 plantas en 2 hileras, 12 planta en total con un área de 12 m<sup>2</sup>

Al finalizar el único ciclo estudiado se hizo un muestreo de suelos por parcela donde se determinó, pH (KCl), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y M.O por los métodos correspondientes.

Las mediciones realizadas al cultivo fueron: Rendimiento, número de manos por racimo y número de dedos de la segunda mano.

La evaluación estadística de todos los resultados se hizo 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%. Para el análisis económico se utilizó el valor de 119.35 \$.ton<sup>-1</sup> como precio para el plátano fruta (CEP, 1985) y 0.0657 \$.l<sup>-1</sup> para el precio del residual de biogás, también se consideró el costo de aplicación del abono el cual fue de 182.00 \$.ha<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización química del residual de biogás líquido muestra buenos contenidos de nutrientes como lo expresa la tabla 2, aunque es notorio destacar los valores de pH altos de pH (7.82 a 9.41) y los elevados valores de CE que oscilan entre 14.16 y 17.64, lo que pudiera deberse a los residuales con los cuales se alimentaron los digestores de donde se tomaron las muestras que fundamentalmente procedían de cochiqueras y mieles finales de los centrales; no obstante cuando el residuo de biogás se incorpora al suelo, estos dos parámetros no influyen negativamente, pues al parecer los procesos de transformación que sufre el mismo desde que llega al suelo y hasta que comienza a entregar los nutrientes a las plantas, permite que tanto el pH como la conductividad eléctrica, sufra una estabilización o efecto tampón, lo cual queda demostrado por los buenos rendimientos que se alcanzan y por otro lado el pH al término del estudio no varía con respecto al inicial que tenía el suelo antes de ser aplicado el residual.

Tabla 2: Caracterización química del residual líquido de biogás.

No.	pH (H <sub>2</sub> O)	CE	% N	% P	% K	% Ca <sup>2+</sup>	% Mg <sup>2+</sup>	% Na <sup>+</sup>	% MO
1	8.2	15.21	1.90	0.29	5.25	4.92	1.63	0.43	68.50
2	9.8	21.00	1.61	0.35	7.23	2.90	1.68	0.65	58.00
3	8.3	17.28	2.25	0.36	6.10	3.40	1.70	0.49	69.00
4	9.8	13.00	2.41	0.37	6.63	3.02	1.84	0.94	41.00
5	9.3	14.30	2.54	0.47	7.50	3.48	1.78	0.79	55.00
6	6.2	17.08	2.18	0.26	6.30	4.12	1.68	0.47	69.00
7	8.8	13.40	2.48	0.38	7.00	3.10	1.94	0.46	60.08
	8.63±0.78	15.90±1.74	2.2±0.21	0.35±0.04	6.57±0.48	3.56±0.45	1.75±0.07	0.6±0.12	0.08±6.34
<b>Esx</b>	1.2526	2.7989	0.3364	0.0675	0.7665	0.7227	0.1094	0.1965	10.1997

Por lo demás, se observan buenos tenores de N (1.99 a 2.41 %), K (6.09 a 7.05 %), Ca<sup>2+</sup> (3.11 a 4.01 %) y Mg<sup>2+</sup> (1.68 a 1.82 %), siendo el P (0.31 a 0.39 %) el de más discretos valores. El por ciento de Na<sup>+</sup> (0.48 a 0.72 %) está en correspondencia con el contenido de los demás cationes siendo éste el de menor valor; y por último los contenidos de materia orgánica son muy buenos oscilando entre 53.54 a 66.42 %.

Por lo expuesto en las características químicas del residual líquido, se considera una buena opción para ser utilizado como abono orgánico en los cultivos de ciclo largo.

El efecto causado por el residual de biogás líquido sobre el rendimiento, el No. de mano y el No. de dedos de la segunda mano; se presentan en la tabla 3, donde se observa que con la dosis de 1 l. planta<sup>-1</sup> se alcanzan los más altos rendimientos, 60.77 t.ha<sup>-1</sup> de plátano fruta; lo cual se debe al efecto favorable que este abono causa sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, como bien reportan Arcia y col (1986), De la Peña y col (1982) y Caballero y col (2004). Por otro lado Caballero y col (1999) citando a De la Peña y col (1982) plantean que este residual es un material rico en sustancias húmicas lo cual es vital para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

También obtuvieron incremento de los rendimientos del plátano fruta en el mismo suelo, con el uso del residuo de biogás sólido, Caballero y col (2008) y en cultivos hortícolas Chaveli y col (2006).

En la misma tabla se observa que el número de manos y de dedos de la segunda mano no presentan variaciones estadísticas, aunque si aparece una

tendencia al aumento del número de dedos cuando se comparan todos los tratamientos que portaban el residuo contra el testigo, esto se corrobora con lo obtenido por Caballero y col (2008).

Tabla 3. Influencia de las dosis del residuo de biogás líquido sobre el rendimiento y sus principales componentes.

<b>Tratamientos biogás líquido (l.planta<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>No. de manos por racimo.</b>	<b>No. de dedos de la 2da mano.</b>
0	43.63 <sup>d</sup>	8	13
0.50	50.81 <sup>c</sup>	9	14
0.75	55.96 <sup>b</sup>	9	14
1.0	60.75 <sup>a</sup>	8	14
ES x	1.609*	0.306 <sup>ns</sup>	0.647 <sup>ns</sup>

El estado final del suelo al finalizar el ciclo se expone en la figura 1, donde se aprecia que el pH no sufrió variaciones significativas, sin embargo los contenidos de fósforo, potasio y la materia orgánica en todos los tratamientos donde se aplicó el abono aumentaron significativamente con respecto al testigo; esta respuesta corrobora lo expresado por otros autores sobre el efecto positivo que este abono causa fundamentalmente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Por otra parte el suelo Ferrítico Rojo oscuro sobre el cual se desarrolló el estudio presenta problemas con su fertilidad, basado en la baja capacidad de intercambio catiónico que posee, el alto contenido de hierro que tiende a bloquear el fósforo asimilable y las cadenas carbonadas que forman la materia orgánica no se encuentran activas, al poseer más carbono que nitrógeno, lo cual dificulta la entrega de nutrientes a las plantas; todo lo expresado y el comportamiento ascendente del rendimiento corroboran el efecto positivo que este residual líquido causó sobre el suelo, lo cual ha sido reportado por Bacht y col (1997), Caballero y col (2001 y 2003), Chaveli y col (2006) y Marín (2009), utilizando el residuo sólido en otros cultivos.

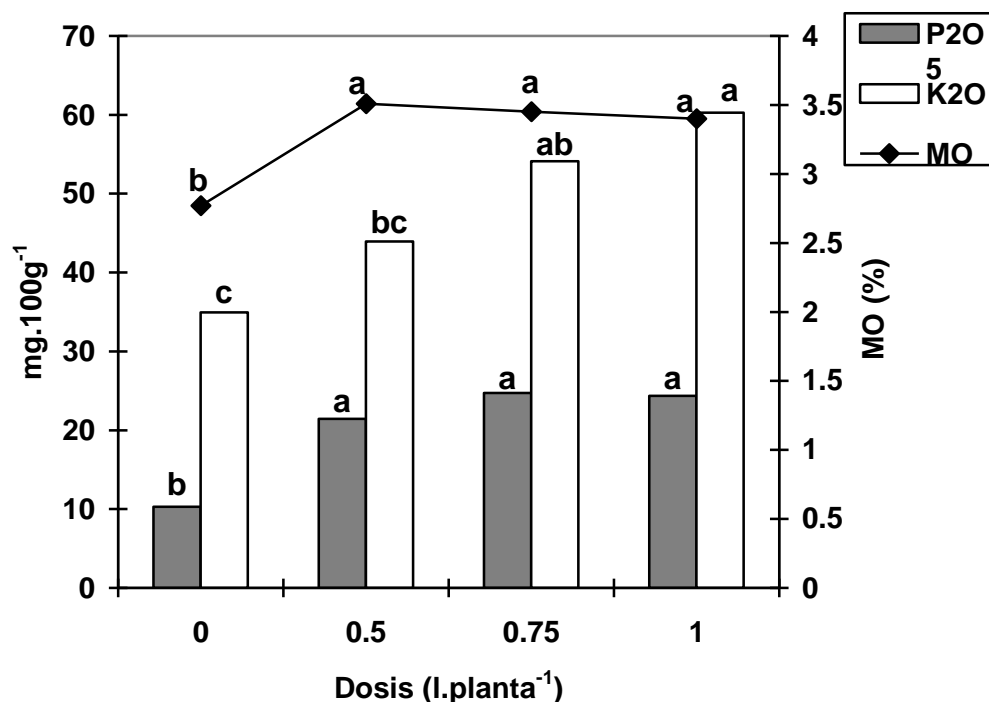


Figura 1. Características del suelo al finalizar el estudio.

En el análisis económico de los resultados (Tabla 4), se muestra el beneficio económico obtenido al comparar el mayor rendimiento obtenido contra el testigo, además el valor de la producción para una hectárea, menos el costo total de la aplicación del abono para una hectárea y por último el valor de la producción final de ambos tratamientos, lográndose un beneficio económico de 1 862.87 \$.ha<sup>-1</sup>, fundamentalmente por el incremento que se logra en la producción.

Tabla 4. Beneficio económico obtenido por la aplicación del residual líquido.

Tratamientos	Rdto (t.ha <sup>-1</sup> )	Valor de proa. (\$.ha <sup>-1</sup> )	Costo total (\$.ha <sup>-1</sup> )	Valor de prod final (\$.ha <sup>-1</sup> )	Beneficio (\$.ha <sup>-1</sup> )
Testigo no aplicación	43.63	5 207.24	-	5 207.24	-
Aplicación 1 l.planta <sup>-1</sup> residuo líquido.	60.77	7 252.90	182.79	7 070.11	1 862.87

Tabla 6. Beneficio económico obtenido por la aplicación del residual.

Tratamientos	Rdto (kg.m <sup>-2</sup> )	Valor de prod. (\$.ha <sup>-1</sup> )	Costo total (\$.ha <sup>-1</sup> )	Valor de prod final (\$.ha <sup>-1</sup> )	Beneficio (\$.ha <sup>-1</sup> )
Testigo no aplicación	39.51	4 715.52	-	4 715.52	-
Aplicación 3 kg.planta <sup>-1</sup> residuo biogás	56.77	6 775.50	182.20	6 593.3	1 877.78

## CONCLUSIONES

- El residual de biogás líquido puede utilizarse como abono orgánico en cultivos de ciclo largo.
- Utilizando 1 l.planta<sup>-1</sup> del residual líquido se alcanzan rendimientos de 60.77 t.ha<sup>-1</sup> de plátano fruta, con un beneficio económico de 1 862.87 \$.ha<sup>-1</sup>.
- Al finalizar el ciclo estudiado los contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y el % de M.O, se vieron favorecidos en todos los tratamientos donde se utilizó el abono con respecto al testigo, confirmándose así su incidencia positiva sobre el suelo.
- En plantaciones de plátano fruta sembradas sobre suelos Ferríticos Rojos oscuro, se deben aplicar 1 l.planta<sup>-1</sup> del residual de biogás líquido y obtener un beneficio económico de 1 862.87 \$.ha<sup>-1</sup>.

## BIBLIOGRAFIA.

- Arcia, F.J.; Zuñes, A.G.; Amorós, Y. y Mustelier, L.A. (1986). Uso agrícola del lodo de la producción de biogás a partir de la cachaza. Cuba Azúcar, p3.
- Bacht, T.; Monadero, M.; Ubaya, C. y Valdés, 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.; 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; 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
- 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.; Gonzalez, 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; Chaveli, P; Pérez, D; Corrales, I y Rodríguez, D. (2005). El residual de biogás: Una opción en la fertilización hortícola de huertos y organopónicos. 4 – 8 p.
- Caballero, R; Chaveli, P; Pérez, D; Corrales, I y Rodríguez, D. (2008). Empleo del residual de biogás en la fertilización del plátano fruta. VXI Forum de Ciencia y Técnica. 2-6 p.
- Chaveli, P; Caballero, R; Pérez, D; Corrales, I y Rodríguez, D. (2006). Empleo del residual de biogás en la fertilización de algunos cultivos. Informe Final de Proyecto 0908017. 11-17 p.
- CEP. (1985). Comité Estatal de Precios.
- De la Peña, D. y Díaz J. (1982). Efecto del bioabono en la agregación y el contenido de agua en el suelo. Universidad Nacional Técnica de Cajamarca, Perú. 8p.
- Instituto de Suelos. (1999). Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. MINAGRI. La Habana: 36 p.
- Marín, Y. (2009). Empleo del residual de biogás sólido en la fertilización hortícola de huertos y organopónicos. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo