



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecosistemas  
e Agricultura Orgânica



## **Análisis comparativo entre la calidad del biol y la porquinaza cruda en dos agroecosistemas del Valle del Cauca (Colombia)**

*Comparative analysis between bioslurry and pig manure quality in two agroecosystems of Valle del Cauca (Colombia)*

OCHOA, Felipe<sup>1</sup>; SARRIA, Patricia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, mfochoar@unal.edu.co; <sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, pisarriab@unal.edu.co

**Eje temático:** Manejo de Agroecosistemas y Agricultura Orgánica

### **Resumen**

El biol o efluente, Resultado de la digestión anaerobia en biodigestores, es un abono que puede reemplazar la porquinaza cruda, mitigando riesgos ambientales. Con el fin de estudiar los factores que influyen en la concentración de nutrientes, se comparó el biol con la porquinaza cruda, en dos agroecosistemas del Valle del Cauca: la Granja Agroecológica El Mirador (GAM) y el Laboratorio Agropecuario Mario González Aranda (LMGA). Se caracterizó el manejo del biodigestor, la calidad fertilizante y ambiental del biol. Los Resultados se analizaron con los agricultores aledaños a la GAM, donde se observó 55% menor demanda hídrica en el lavado de la porqueriza, lo que llevó a la obtención de un biol más concentrado; hubo una remoción del 92% de DQO y DBO, frente a 79% del LGMA. Además, se evidenció una reducción importante de costos en fertilización de café (*Coffea arabica*), comparado con fertilización petroquímica industrial.

**Palabras clave:** biol; biodigestor; demanda hídrica; fertilizante; porquinaza.

### **Abstract**

The bioslurry or effluent, as a result of the anaerobic digestion in biodigesters, is a fertilizer that can replace the pig manure, mitigating environmental risks. With the purpose of studying the influencing factors on the concentration of nutrients of the biol, it was made a comparison between the biol and the pig manure, in two agroecosystems of Valle del Cauca: The Agroecological Farm El Mirador (AFM) and the agricultural Laboratory Mario González Aranda (LMGA). It was characterized the biodigestor management, the fertilizer and environmental quality of the biol. The results were analyzed with farmers close to AFM. It was observed a 55% decrease on the water demand in the swine housing washing procedure, which led to obtain more concentrated biol; There was a 92% removal of COD and BOD, compared to 79% of LGMA. Also, a remarkable cost reduction in the coffee (*Coffea arabica*) fertilization compared to industrial petrochemical fertilization was evidenced.

**Keywords:** bioslurry; biodigestor; water demand; fertilizer; pig manure.

### **Introducción**

En Colombia algunas entidades de control ambiental y el gremio porcicultor ajustaron el uso de porquinaza para abonar pasturas dedicadas a lechería, con el ánimo de disminuir los riesgos ambientales de esta práctica rutinaria en el nororiente antioqueño (CORNARE 1997, Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Sin embargo, persisten algu-



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecosistemas  
e Agricultura Orgânica



nos inconvenientes ambientales y sanitarios como la dispersión de los olores ofensivos inherentes a la porquinaza, acumulación de excesos de materia orgánica y disminución de la porosidad del suelo, además del esparcimiento de microorganismos patógenos y medios de cultivos para vectores de enfermedades, como la mosca doméstica. Ante esta problemática, los biodigestores son una solución porque permite el ingreso directo del lavado de la porqueriza a una cámara que encierra los olores ofensivos, fermenta el sustrato de manera anaeróbica que genera gas metano, como fuente de combustible, y un residual líquido que conserva los nutrientes minerales, con la ventaja adicional de reducir entre el 85 y 95% la población microbiana presente en la porquinaza cruda. El producto principal del biodigestor es el gas, usado en la calefacción de lechones y para cocinar alimentos. El biol, o líquido residual de la fermentación anaeróbica, se ha estudiado poco. Se conoce su composición y ciertos efectos sobre los cultivos y el suelo, que varían de acuerdo al sustrato usado y a la cantidad de agua que ingresa al sistema.

En tal sentido se plantea que, si se describe en detalle las características de manejo del sistema de biodigestión anaerobia de la porquinaza, es posible determinar ciertos factores que influyen en la concentración de nutrientes del biol y por ende, en su calidad como abono orgánico (composición química y de sustancias húmicas) y la disminución de la población microbiana en el residual líquido. Conocerlo permite mejorar el uso para el abonamiento de cultivos, por parte de los agricultores y establecer parte de su efecto descontaminante, útil para disminuir riesgos en el uso y acercarse al cumplimiento de la normatividad ambiental. El objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis comparativo entre la calidad del biol y la porquinaza cruda, para contribuir a la investigación y difusión de alternativas en descontaminación productiva en sistemas con producción porcícola del Valle del Cauca.

## **Metodología**

La evaluación se realizó entre octubre y diciembre de 2015 en dos agroecosistemas, la Granja Agroecológica El Mirador (GAM), una finca de 2.6 ha. ubicada en la cordillera central de los Andes, con alturas entre 1280 y 1400 msnm., y el Laboratorio Agropecuario Mario González Aranda (LMGA) de la Universidad Nacional de Colombia, ubicado en el municipio de Palmira (Valle) a 1.000 msnm.

Se compararon tres aspectos, así:

Análisis ambientales: *Sólidos sedimentables totales*: procedimiento volumétrico por cono de Imhoff (Rice y Bridgewater, 2012); sólidos totales: por evaporación en estufa a 105°C (Rice y Bridgewater, 2012); sólidos volátiles: por diferencia entre los sólidos totales y el Resultado después de Ignición en mufla a 550°C por dos horas (Rice y Bri-



dgewater, 2012), es un indicador de la fracción orgánica del material; *demanda química de Oxígeno (DQO)*: Método de refluo cerrado (Rice y Bridgewater, 2012), para cuantificar la materia susceptible de oxidación; *demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)*: Método de incubación en botellas Winkler de 300 ml (Hach, 2000), este análisis estableció la cantidad de oxígeno consumido por la comunidad microbiana.

Análisis de composición química:

*NH<sub>3</sub> o N total* por el método de Kjeldahl, para muestras líquidas, tomadas cada 20 días, entre octubre y diciembre de 2015. La fórmula para calcular N total fue:

$N: \text{mg NH}_3 - N/L = [(A - B) * 280]/\text{ml de muestra}$

Donde, A = Volumen del ácido al titular la muestra

B = Volumen del blanco.

*Contenido de Calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn)*: a través del método de Espectrofotometría de absorción atómica por llama (Soria et al., 2001).

*Cantidad de Sustancias Húmicas*: por la precipitación con ácido clorhídrico e hidróxido de sodio, consistió en pesar 40 ml de muestra en un tubo Falcon, se agregó 8 ml de NaOH y se filtró y dejó reposar durante 24 horas. Se adicionó 2 ml de HCL y se centrifugó por 20 minutos a 3500 rpm, se vertió el líquido, se dejó secar el tubo con el sedimento por 24 horas y se pesó. Los cálculos fueron:

$\text{mg/l de EH (Extractos húmicos)} = \{[(\text{peso del tubo con sedimento en gramos}) - (\text{peso del tubo vacío en gramos})]/1000\} / \text{volumen del tubo (l)}$

*El pH, la conductividad eléctrica y la temperatura fueron medidos con un equipo multiparámetro*

.3. Se discutieron los alcances de los Resultados de la investigación con la comunidad de agricultores aledaños a la zona de estudio en términos económicos y productivos del biol.

## Resultados y discusión

La población de cerdos no varió significativamente durante el periodo de estudio en ambos agroecosistemas. En la GAM permaneció una cerda de cría y su descendencia con un peso vivo (PV) que fluctuó alrededor de 628 kg y excretaron 36 kg de estiércol/día. Para LMGA la población fue de 63 cerdos en levante, con un PV alrededor de 3150 kg y produjeron 197 kg de estiércol/día. En ambas la alimentación consistió en



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



concentrado comercial con 16-18% de proteína, 5% de grasa, 4% de fibra y 8% de minerales. En el aseo, la GAM utilizó 28 litros de agua/100 kg de peso vivo de cerdo, mientras que el LMGA usó 64 litros/100 kg. Para el procesamiento de la porquinaza, en GAM se utilizó un biodigestor tubular de polietileno calibre 8 con filtro UV, de flujo continuo. En LMGA se usó un biodigestor tipo laguna, donde la fosa era de concreto y la cubierta de lona. La relación agua:estiércol recomendada para la alimentación de un biodigestor de acuerdo a Botero y Preston (1987), es de 4 a 5 litros de agua por:1 kg de estiércol. En GAM fue 5:1 y 11:1 en LMGA. En GAM, se aplicaron 1000 litros de biol cuatro veces al año para fertirriego a un área de 4785 m<sup>2</sup> en café, frutales y pasturas. Estos valores fueron cercanos a los registrados por Soria *et al.* (2001), quien afirma que 1000 litros de bioabono diario pueden fertilizar más de dos hectáreas. En LMGA la aplicación se realizó sobre potreros en un área de 2000 m<sup>2</sup> aproximadamente, siendo entonces inferior al potencial real de aplicación del biol.

En la tabla 1 se presentan valores de importancia ambiental para descontaminación de la biomasa residual líquida, en ambos sistemas. La temperatura varió levemente, por lo que mantuvo la temperatura natural del agua usada para lavado. La conductividad eléctrica (salinidad) descendió al momento de generarse el bioabono en un 96.8%, lo cual fue conveniente para evitar acumulación de sales en los suelos, al usarse en fertirriego. El biodigestor de GAM removió 97.2% de la DQO y 93% de la DBO, mientras que el del LMGA logró 63.8 y 78.1%, respectivamente, es decir la cantidad de microorganismos potenciales contaminantes de la excreta en el suelo, fueron disminuidos significativamente. La remoción de Sólidos Totales fue mayor en el primero con 61% frente a 29% del segundo. El porcentaje de sólidos en el afluente y efluente de GAM fueron superiores con 7.5 y 2.9% mientras que el del LMGA fueron 0.21 y 0.15%, respectivamente. MINENERGÍA *et al.* (2011) recomiendan 8-12% para afluente y menos de 12% en el efluente de este tipo de tratamiento de residuales. Parece que los sólidos volátiles representan la fracción sólida que debe ser convertida en metano, lo que para GAM representó una diferencia del 63% entre afluente y efluente (Soria *et al.*, 2001).



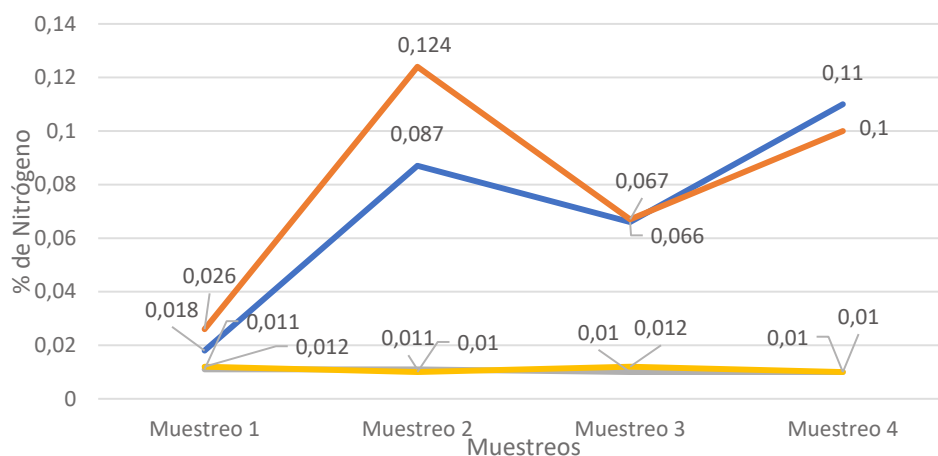
**Tabla 1:** Valores de importancia ambiental de la porquinaza antes y después de su paso por biodigestores de flujo continuo en dos granjas

| PARAMETRO                                  | GAM (Guacari) |          | LMGA (Palmira) |          |
|--------------------------------------------|---------------|----------|----------------|----------|
|                                            | Afluente      | Efluente | Afluente       | Efluente |
| Temperatura (°C)                           | 25.9          | 25.2     | 25.3           | 26.9     |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l)    | 102,868.0     | 2,891.9  | 1,326.6        | 480.4    |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (mg/l) | 10,410.0      | 672.4    | 783.1          | 171.3    |
| Sólidos Totales (ST) (mg/l)                | 75,540.0      | 29,370.0 | 2,110.0        | 1,500.0  |
| Sólidos Volátiles (SV) (mg/l)              | 55,720.0      | 20,620.0 | 1,030.0        | 460.0    |
| Sólidos Sedimentables (SS) (mg/l)          | 940.5         | 475.0    | 10.0           | 0.0      |

El nitrógeno medido en cuatro periodos diferentes (Gráfico 1), fue más concentrado en GAM. Sin embargo, no varió significativamente entre el afluente y efluente, ya que posiblemente, la mineralización del sustrato aumentó el N amoniacal a la vez que disminuyó el N orgánico, cambiando la forma de la molécula, pero manteniendo el número de átomos (Acosta y Obaya, 2005). Los 212 litros de biol diario generados en GAM tuvieron 0.080% de N, para un total de 0.17 Kg diarios de N, mientras que en LMGA los 2197 litros mostraron 0.011% de N y 0.24 kg diarios de N. Esta producción es acorde a lo esperado de acuerdo a los valores nutricionales de los alimentos balanceados.

Fechas de muestreo: Muestreo 1: 13/10/2015 Muestreo 2: 2/11/2015 Muestreo 3: 22/11/2015 Muestreo 4: 13/12/2015

GAM (A) GAM (E) LGMA (A) LGMA (E)



**Figura 2.** Contenido y variación del nitrógeno (%) de afluente (A) y efluente (E)





Los minerales evaluados mostraron tendencias variadas, mientras el de LMGA bajó todos los contenidos después del proceso de digestión, el de GAM aumentó el calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso, disminuyendo solo el sodio. No obstante, la composición del bioabono fue altamente variable. Los contenidos de sustancias húmicas también fueron mayores en el efluente de GAM con mayor proporción de materia orgánica, esto indicaría mayor calidad del bioabono. La fracción mineral fue mayor en el GAM que en MGA, a excepción del sodio. La presencia de estos elementos en la fracción orgánica del efluente en el Mirador denota su posible capacidad para mejorar las condiciones del suelo.

**Tabla 4.** Valores de acidez, conductividad eléctrica y contenido de elementos con capacidad para la fertilización agrícola en afluente y efluente de biodigestor en dos fincas.

|                  | pH<br>(null) | CE (us/<br>cm) | Ca<br>(mg/<br>Kg) | Mg<br>(mg/<br>Kg) | Na<br>(mg/<br>Kg) | K (mg/<br>Kg) | Fe (mg/<br>Kg) | Cu<br>(mg/<br>Kg) | Zn (mg/<br>Kg) | Mn<br>(mg/<br>Kg) |
|------------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| Afluente<br>LMGA | 6.8          | 3,500.0        | 575.6             | 95.9              | 55.8              | 136.2         | 75.8           | 6.3               | 24.2           | 4.8               |
| Efluente<br>LMGA | 6.9          | 29.4           | 95.6              | 41.5              | 43.4              | 92.2          | 7.29           | 1.9               | 3.6            | 0.0               |
| Afluente<br>GAM  | 7.0          | 4,860.0        | 3,761.7           | 587.7             | 159.6             | 566.4         | 681.8          | 34.3              | 270            | 87.3              |
| Efluente<br>GAM  | 7.2          | 156.2          | 6,510.0           | 989.3             | 138,536           | 463,815       | 876,425        | 44,979            | 459,223        | 112,725           |

En GAM el biol fue enriquecido con subproductos como miel de café, lixiviado de lombricompost, orina de conejo y microorganismos eficientes (ME), extraídos de mantillo de bosque, para preparar un biofertilizante utilizado especialmente en el café. En LMGA al biol no se le adiciona ningún Material extra. Durante la socialización con los agricultores se evidenció que el efluente es apreciado debido al ahorro económico y de tiempo, porque el manejo de excretas implica buscar lugares y mano de obra para ver-



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



terlos, además de generar presiones por parte del vecindario y las entidades de control ambiental. A nivel económico se realizó un ejercicio que arrojó 82% de ahorro en la compra de fertilizantes en su cultivo de café orgánico (Valores en \$COP a diciembre de 2015), coincidiendo con lo mencionado por Chará y Pedraza (2002).

## **Conclusión**

El biol en GAM presentó una composición físico-química favorable para los cultivos, remoción de partículas y microbiota potencialmente patogénica y uso en fertirrigación. La caracterización del sistema asociado al *biol* muestra que el biodigestor puede contribuir como componente integrador cerrando ciclos de materia y energía. Además, las sustancias que se adicionan al *biol* en GAM le podrían dar valor agregado, por lo cual son pertinentes estudios que profundicen en el efecto de estos aditivos sobre el material.

## **Agradecimientos**

Al apoyo financiero de COLCIENCIAS, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Familia Rodas Martínez propietarios del Mirador. A Fernando Estrada y Carlos Madriñan, laboratoristas Universidad Nacional.

## **Referencias bibliográficas**

- ACOSTA, L.; Obaya, M. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 39(1), 35-48.
- BOTERO, R., Preston, T. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Cali, Colombia. CIAT.
- CHARA, J., Pedraza, G. (2002). Instalación de biodigestores plásticos de flujo continuo. En Chara, J. (Ed.). Biodigestores Plásticos de Flujo Continuo (pp. 79 - 112). Cali, Colombia: Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV
- CORNARE. (1997). Manejo de elementos de la producción porcina que pueden causar efectos ambientales, Cartilla del Convenio para la concertación para una producción más limpia entre el sector porcícola y ambiental del departamento de Antioquia. Medellín, Colombia. Fondo Nacional de la Porcicultura.
- HACH COMPANY. (2000). Manual de análisis de agua. Hach, Company.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2002, Guía ambiental para el subsector porcícola. Bogotá, Colombia, 102 p.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



MINISTERIO DE ENERGÍA (MINENERGIA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Global Environment Facility (GEF). 2011. Manual del Biogás. Santiago, Chile. Edición: Proyecto CHI/00/G32.

RICE, E., Bridgewater, L. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington D.C Estados Unidos. American Public Health Association, 22 edición.

SORIA, M., Ferreira, C., Etchevers, J., Alcantar, G., Trinidad, J., Borges, L., Pereyda, G. (2001). Producción de Biofertilizantes Mediante Biodigestión de Excreta Líquida de Cerdo. Revista Terra 19(4), 353-362.