

Desarrollo de un abono orgánico líquido tipo biol usando un proceso anaerobio en bio-reactores simples

Development of a biol-type liquid organic fertilizer using an anaerobic process in simple bio-reactors

Sucre Samuel Cando Pacheco*; Leocadio Malca Acuna

Resumen

Este artículo describe el desarrollo de un abono orgánico líquido tipo biol usando desechos orgánicos, un bio-reactor simple y un proceso anaeróbico. Los desechos orgánicos consisten de estiércol de ganado, follaje de leguminosas, pseudotallos de plátano además de cabezas y vísceras de pescado, que son insumos económicos y de fácil obtención por ser residuos de actividades agrícolas y ganaderas. El bio-reactor simple consta de un tanque plástico sellado herméticamente, que es la infraestructura sobre la cual las reacciones químicas y orgánicas toman lugar para la generación del biol. Finalmente, el proceso anaeróbico se basa en la privación de oxígeno a la biomasa entrante con el objetivo de generar procesos fermentativos en diferentes fases: hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis. Una vez la última fase es terminada, el resultado consta de dos componentes: el componente sólido conocido como lodo o biosol y el componente líquido conocido como biol que es un abono económico, ambientalmente amigable que no contamina las aguas subterráneas y principalmente la capa vegetativa que se utiliza para los cultivos tradicionales. Se obtuvo para el fósforo 7,6 g/kg y para el hierro 63,3 mg/kg. Se concluye que el biol presenta mejoras significativas en fósforo y hierro.

Palabras clave: abono orgánico; biol; anaerobio; bio-reactores.

Abstract

This article describes the development of a liquid organic fertilizer using organic waste type biol, a bio-reactor and an anaerobic process simpler. Organic waste consists of livestock manure, legumes foliage, banana pseudostem well heads and guts, which are inexpensive and easy to obtain inputs for being residues of agricultural and livestock activities. The bioreactor consists of a single plastic hermetically sealed tank, which is the infrastructure upon which chemical and organic reactions take place for the generation of biol. Finally, the anaerobic process is based on oxygen deprivation to the incoming biomass with the purpose of generating fermentation processes in different phases: hydrolysis, acidogenic and methanogenic. Once the last phase is completed, the result consists of two components: the solid component known as mud or biosol and the liquid component known as biol which is an environmentally friendly economic fertilizer that does not pollute groundwater and mainly vegetative layer that is used for traditional crops. 7.6 g/kg for phosphorus and 63.3 mg/kg for iron was obtained. It is concluded that biol presents significant improvements in phosphorus and iron.

Keywords: organic fertilizer; biol; anaerobic; bio-reactors.

Introducción

La industrialización de la actividad agrícola ha tenido un gran impacto en la cantidad de producto cosechado por área de cultivo, así como en el tamaño del producto final. Sin embargo, el uso indiscriminado de fertilizantes (agroquímicos) puede ser causa de contaminación y toxicidad por el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos. Además, la eficiencia de absorción de nutrientes de los cultivos fertilizados con agroquímicos no es la deseada (referencia necesitada) debido al origen sintético de estos productos.

Finalmente, la mayoría de fertilizantes son productos cuyo costo de producción es alto y además son importados lo que encarece aún más el precio al consumidor final.

Los productos de tipo orgánico se presentan como una alternativa de

solución a los problemas planteados, tanto para el agricultor como para el consumidor. La alta contaminación de los cultivos hortícolas por el uso excesivo de fertilizantes sintéticos está generando la degradación de suelos, contaminación de aguas, toxicidad de alimentos y problemas de salud de los seres humanos. Los agricultores por desconocimiento y comodidad prefieren usar productos químicos, sin tomar en cuenta el perjuicio a su salud y la de los consumidores.

El propósito de esta investigación fue obtener un tipo de abono orgánico líquido (biol), totalmente orgánico y libre de agentes químicos nocivos para la salud mediante la fermentación de excretas de ganado y desechos orgánicos en ausencia de oxígeno dentro de un biodigestor.

Materiales y Métodos

De acuerdo a Carneiro (2005), la digestión anaeróbica de desechos es uno de los métodos con más ventajas para recuperar sus componentes, por esto, la digestión anaeróbica de desechos orgánicos es una alternativa atractiva que ha demostrado alcanzar buenos resultados en relación al beneficio-costeo.

Según Holm *et al.* (2009); Chern y Beutler (1976), Las Naciones Unidas (ONU) para el año 2025 estima que en nuestro planeta se quintuplicará la generación de residuos, esto puede representar riesgos para la salud y el medio ambiente. Según lo que publica Manyi-Loh *et al.* (2013), da a conocer que la tasa de población aumenta cada vez más en los residuos, estos son ricos en nutrientes y microorganismos patógenos se originan de las actividades diarias del ser humano.

Debido al poco estudio de los residuos de animales en la digestión anaerobia dado un bajo rango de condiciones mesófilas, Guo *et al.* (2013) presen-

taron en su informe un estudio en el cual mostraron que sus resultados seguían una función del tipo de Michaelis-Menten, esto significa que la velocidad en que la enzima transforma el sustrato en producto, esta investigación se probó con estiércol de cerdo con alimentación de carga orgánica semicontinua que opero a 28 °C y 38 °C y las cargas estuvieron en un rango de 1,3 a 4,3 g ODM/L.d. La biomasa fue superior a los 28 °C con un rango de 1,2 a 2,4 g VSS/L., en cambio a los 38 °C fue de 0,3 a 0,6 g VSS/L., lo cual se ajusta a una función del tipo Michaelis-Menten. Por su parte Rao *et al.* (2013) muestra un análisis de rendimiento entre digestores, en el cual comparan el desempeño de un digestor anaerobio de cúpula fija convencional (CFDAD) y la alta velocidad de un digestor anaerobio mixto (SMAD), los cuales mostraron que para pequeñas granjas agrícolas el SMAD producía mejores resultados (Zhong *et al.*, 2013), en el cual muestran que la mejor

combinación es de estiércol de cabra (GM) y tallos de maíz (CS) o paja (tamo) de arroz (RS): produciendo una proporción de carbono a nitrógeno (C/N) con una mejora significativa.

Soria *et al.* (2001) indican que el mal manejo de excretas, provoca serios problemas de contaminación tanto en los suelos y en acuíferos, también se ha establecido que debido a la cantidad de nutrientes y con un adecuado proceso se puede obtener biogás y abonos orgánicos.

Ramón y Simanca (2006) manifiestan que existe una gran cantidad de productores que no dan ningún tipo de tratamiento a las excretas sino que las vierten directamente a fuentes de agua ubicadas en las partes bajas, causando serios problemas de contaminación en suelos, quebradas y acuíferos subterráneos por su contenido de coliformes y nitratos, por su parte Carmona *et al.* (2005) añade que estos residuos aportan a la contaminación, generando gases como el metano, monóxido de carbono y dióxido de carbono.

El estiércol de animales se ha convertido en una de las principales fuentes de contaminación de agua y aire, debido a la materia de emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación orgánica y patógenos, las plantas de biogás y la digestión anaerobia son temas que se deben resolver.

Entre los investigadores que han experimentado con desechos orgánicos y excretas de animales en fermentación anaeróbica están Rongping *et al.* (2009), quienes han empleado desechos vegetales con excretas de animales que son sustratos de similares características complementarias y los han llevado a un proceso de co-digestión anaerobia. La digestión anaerobia de residuos sólidos con resultados energético de producción del biogás y ambiental de minimización de la cantidad de residuo final.

El proyecto se llevó a cabo en la Ciudad Universitaria Milagro (CUM) de la

Universidad Agraria del Ecuador, en el Cantón Milagro de la Ciudad de Milagro en la Provincia del Guayas de La República del Ecuador, cuyas coordenadas UTM son sur 9762753 y este 658788.

Los desechos orgánicos fueron obtenidos en el sector. Los materiales de campo utilizados para la elaboración del biol son: un tanque PVC de alta densidad de 200 litros de capacidad tipo sellado, 50 kg de estiércol de ganado, 10 kg de follaje de leguminosas, 5 kg de pseudotallos de plátano, 3 kg de cabezas de pescado, 2 kg de vísceras de pescado, 1 kg de levadura de cerveza, 1 L de chicha de maíz, 5 L de melaza, 10 m de manguera plástica, 2 Unid de pegamento, una estaca de madera, una botella plástica (PET) de 3 L y 100 L de agua.

Los materiales de laboratorio utilizados para la elaboración del biol son: mascarillas, pipetas, manguera plástica, botella plástica de 3 litros, tamices, tubos de ensayo, vasos de precipitación, tijeras, agitador, balanza y pH-metro.

Se utilizó un tanque de 200 litros de PVC de alta densidad con cerradura hermética, que sirvió como biodigestor. Los desechos orgánicos, las excretas y el agua se mezclan en recipientes. Una vez que todos los insumos se colocaron en el biodigestor se procedió a sellarlo, se verificó que la manguera que sale de la tapa del tanque también estuviera sellada y que la otra punta ingrese a la botella (PET) con agua.

Se utilizó la botella (PET) con agua para comprobar la salida del gas metano CH₄, como burbujas de agua, esto indicaba que el biodigestor estaba realizando la digestión anaerobia (30 días). Se hizo inspecciones periódicas semanales para verificar que el biodigestor permaneciera sellado.

La fase de metanogénesis se la pudo observar por ser la que produce la mayor cantidad de metano, se la comprobó por las burbujas que salían de la botella de plástico llena de agua, por eso fue importante la revisión periódica de la trampa de agua.

A los 96 días se comprobó que no había salida de metano, porque las burbujas en la botella de plástico cesaron, por lo tanto, se procedió a destapar el biodigestor. Una vez que se obtuvo la mezcla de lodos, se procedió a filtrar

por tela metálica estos lodos obteniendo sedimento y líquido orgánico (biol). Las pruebas de laboratorio para obtener la composición del biol las realizó el Dr. Jorge E. Fuentes C. con una muestra de 500 ml.

Resultados

Se obtuvo, que el pH es de 5,40, es decir levemente ácido, la conductividad eléctrica (CE) fue de 33,18 microhmios ligeramente sedimentado, los sólidos disueltos totales (SDC) equivalen a 21,2 gr/L (Tabla 1); la materia orgánica es del 36,4%; en carbón orgánico se obtuvo 21,11%; nitrógeno equivale a 18,20 g/L; la relación carbono / nitrógeno fue de 11,6% valor muy aceptable; el fósforo equivale a 7,6 g/L; el sodio a 0,6 g/L; el potasio a 9 g/L; el calcio a 1 g/L; el magnesio a 0,5 g/L; en cuanto a los elementos menores en ppm, se obtuvo en hierro 63,3 mg/L; el manganeso fue de 2 mg/L; el Zinc de 1 mg/L; y el cobre fue de 0,2 mg/L.

Tabla 1. Composición química de la muestra de Biol

Prmt	Unidad	Biol 2013036-1
pH	u.	5,40
CE 2:10	mmhos	33,18
SDT	%	2,12
MO		36,4
CO		21,11
N		18,2
C/N		11,6
P	%	0,76
Na		0,06
K		0,9
Ca		0,10
Mg		0,05
Fe		63,3
Mn	ppm	2
Zn		1
Cu		0,2

La composición de nutrientes del biol en porcentaje (Figura 1) se pudo apreciar que el MO, es el más alto con 36,4%

seguido por el Co con el 21,11%; así también el 11,6% del C/N es un valor muy aceptable, los valores menores reflejan las variables 0,05 que es Mg; el K con el 0,06%, luego el P con 0,76 y llegando al 0,1% en Ca.

En los valores partes por millón (Figura 2) se aprecia que el Fe alcanzó el 63,3 ppm en relación al Mn, Zn y Cu que son muy bajos.

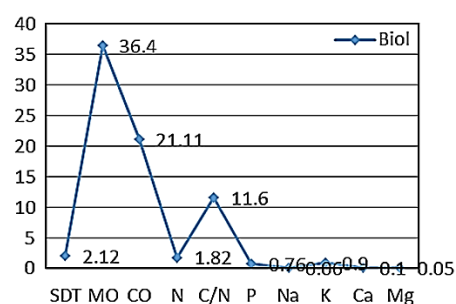


Figura 2. Biol - Valores en %.

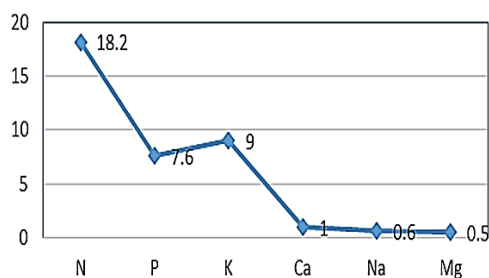


Figura 3. Biol - Valores en g/L.

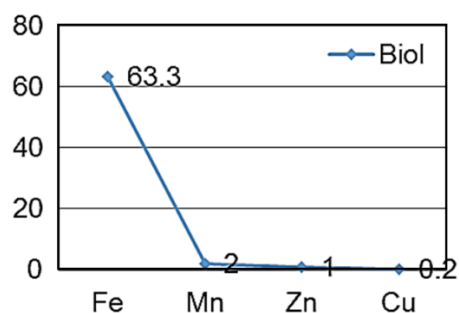


Figura 4. Biol - Valores en ppm.

Discusión

Suquilanda (1996) expresa que los bioles son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y minerales, preparados a base de estiércol, disueltos en agua con melaza, chicha y muchos elementos orgánicos que se fermentan por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico; empleando esta técnica conocida como biodigestores, se pudo extraer este concentrado, este biol se preparó a base de estiércol de ganado y hortalizas en fermentación con el mismo sistema que expresa el autor.

La composición de nutrientes del biol en porcentaje se pudo apreciar que el Mo, es el más alto con 36,4% seguido por el Co con el 21,11%; así también el 11,6% del C/N, los valores menores reflejan las variables 0,05 que es Mg; el K con el 0,06%, luego el P con 0,76 y llegando al 0,1% en Ca. En los Valores partes por millón se aprecia que el Fe alcanzó el

63,3 ppm en relación al Mn, Zn y Cu que son muy bajos. La composición de nutrientes mostrada presenta un incremento significativo en sus valores respecto al promedio del biol presentado en el trabajo "Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación Anaeróbica" para producción de biogás, de la autora Aparcana (2008). Los bajos niveles de fósforo y de otros elementos como el nitrógeno y el potasio encontrados en el trabajo referido, preocupaba debido a que constituyen la base de la nutrición de los cultivos. Por este motivo, se innovó en la constitución de la biomasa que ingresa al biodigestor, al agregar cabezas y vísceras de pescado para elevar, al menos, los niveles de fósforo y de hierro. Como se muestra en la figura 4, que los valores obtenidos sobrepasan el promedio de la tabla de la investigación referida.

Conclusiones

El biol utilizado, se lo obtuvo a base de estiércol de ganado, agua y desechos orgánicos, teniendo según los resultados de laboratorio la siguiente composición de nutrientes: Carbón orgánico 21,11%; nitrógeno 18,20 g/L; la relación carbono/nitrógeno fue de 11,6; fósforo 7,6 g/L; sodio 0,6 g/L; potasio 9 g/L; calcio 1 g/L; magnesio 0,5 g/L; hierro 63,3 mg/L; manganeso 2 mg/L; el Zinc de 1 mg/L; y el cobre fue de 0,2 mg/L.

La realización de este experimento permitió comprobar que el biol es un abono orgánico con excelentes resultados en rendimiento y nutrientes.

Es necesario saber escoger los insumos que se van a mezclar para la fermentación anaeróbica dentro del biodigestor, con la finalidad de obtener un biol con los nutrientes necesarios para la alimentación del cultivo.

Referencias bibliográficas

Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso Fermentación Anaeróbica para producción de biogás. German ProfEC GmbH, Reporte BM-4-00-1108-1239. 10 pp.

Carmona, J.; Bolívar, D.; Giraldo, L. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y

- productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 18(1): 49-63.
- Carneiro, T. 2005. Digestión anaerobia termofílica seca de residuos sólidos urbanos: estudio de las variables del proceso en el arranque y estabilización del bio-reactor. Tesis doctoral. Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Cádiz, España.
- Chern, C.; Beutler, E. 1976. Biochemical and electrophoretic studies of erythrocyte pyridoxine kinase in white and black Americans. *American Journal of Human Genetics* 28(1): 9-17.
- Guo, J.; Dong, R.; Clemens, J.; Wang, W. 2013. Thermal modelling of the completely stirred anaerobic reactor treating pig manure at low range of mesophilic conditions. *Journal of Environmental Management* 127(30): 18-22.
- Holm, J.; Seadi, T.; Oleskiewicz, P. 2009. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresour Technol.* 100(22): 5478-5484.
- Manyi-Loh, C.; Mamphweli, S.; Meyer, E.; Okoh, A.; Makaka, M.; Simon, M. 2013. Microbial anaerobic digestion (bio-digesters) as an approach to the decontamination of animal wastes in pollution control and the generation of renewable energy. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10(9): 4390-4417.
- Rao, A.; Gandu, B.; Sandhya, K.; Kranti, K.; Ahuja, S.; Swamy, Y. 2013. Decentralized application of anaerobic digesters in small poultry farms: performance analysis of high rate self mixed anaerobic digester and conventional fixed dome anaerobic digester. *Bioresource Technology* 144: 121-127.
- Ramón, J.; Simanca, J. 2006. Design of a biodigestor of garbage can to obtain gas methane and fertilizers to leave of the fermentation of excrements of pig. *Revista Ambiental: Agua, Aire y Suelo* 1(1): 15-23.
- Rongping, L.; Chen, S.; Li, X.; Saifullah, J.; He, Y.; Zhu, B. 2009. Anaerobic Codigestion of Kitchen Waste with Cattle Manure for Biogas Production. *Energy & Fuels* 23: 2225-2228.
- Soria, M.; Ferrera, R.; Etchevers, J.; Alcántar, G.; Trinidad, J.; Borges, L.; Pereyda, G. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra Latinoamericana* 19(4): 353-362.
- Suquilanda, M. 1996. *Agricultura orgánica*. 1era Edición, Editorial UPS. Quito, Ecuador.
- Zhong, W.; Chi, L.; Luo, Y.; Zhang, Z.; Wu, M. 2013. Enhanced methane production from Taihu Lake blue algae by anaerobic co-digestion with corn straw in continuous feed digesters. *Bioresour Technol* 134: 264-270.