

Efecto de la aplicación de biol producido a partir de estiércol bovino en las propiedades de un suelo dedicado a la producción de forraje

Artículo largo



Eliana Carolina Cruz*; Ilán Garzón Marín; Jairo Leonardo Cuervo

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Colombia

*eccruzmu@unal.edu.co

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto del biol en algunas propiedades del suelo con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Se establecieron micro parcelas de 25m² con seis tratamientos (1: 100 l/ha; 2: 200 l/ha; 3: 100 l/ha + FQ; 4: 200 l/ha + FQ; 5: Fertilización Química (FQ) y 6: Testigo), se evaluó: CO, CIC, densidad aparente (Da), porosidad (P), respiración (R), proteína, fibra y cenizas en el pasto. Los resultados evidenciaron que los tratamientos con biol incrementaron el CO, CIC y la P, además disminuyó la Da; la aplicación de biol incrementó la R en más del 90 % con respecto al inicio; en el forraje la aplicación de biol mantuvo una proporción ideal de proteína y fibra para la ingesta y digestibilidad de los animales. Con lo anterior se tiene que la aplicación de biol al suelo mejora las propiedades de este y permite obtener buenas características en el forraje.

Palabras clave:

Biodigestor;
Biofertilizante;
Pennisetum clandestinum;
Digestión anaerobia.

Effect of the application of biol produced from bovine manure on the properties of a soil dedicated to forage production

Abstract

The objective was to evaluate the effect of the biol on some properties of the soil with kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*). A total of 25m² micro-plots were established with six treatments (1: 100 l / ha; 2: 200 l / ha; 3: 100 l / ha + CF; 4: 200 l / ha + CF; 5: Chemical Fertilization (CF) and 6: Control), it was evaluated: CO, CIC, apparent density (Da), porosity (P), respiration (R), protein, fiber, and ashes in the pasture. The results showed that biol treatments increased CO, CIC and P, also decreased Da; the application of biol increased the R more than 90 % with respect to the beginning; in the forage, the application of biol maintained an ideal proportion of protein and fiber for the intake and digestibility of the animals. With the above, the application of biol to the soil improves its properties, and allows to obtain good characteristics in the forage.

Keywords:

Biodigester;
Biofertilizer;
Pennisetum clandestinum;
Anaerobic digestion.

Forma de citar: Cruz, E. C., Garzón Marín, I., y Cuervo, J. L. (2021). Estudio de la simulación hidrodinámica de un biodigestor doméstico de tipo tubular. RedBioLAC, 5, 60-65.

Introducción

El estiércol bovino es usado como alternativa o complemento a la fertilización de síntesis química, debido a que esta última usa insumos de elevado costo y su uso intensivo genera impactos negativos en el suelo, tales como acidificación, salinización, entre otros (Hristov *et al.*, 2013). Sin embargo, la aplicación directa del estiércol al suelo puede ocasionar algunos problemas tales como: la acumulación de compuestos oxidados de nitratos y nitritos, los cuales son absorbidos por las plantas y estas al ser consumidas por los animales llegan a ser tóxicas para el ganado. Además el estiércol puede contener microorganismos patógenos que afectan principalmente a los animales (Pinos *et al.*, 2012).

Por lo anterior, el estiércol debe ser tratado antes de ser aportado al suelo. Una alternativa es la descomposición de este material a través de un biodigestor que permite obtener un subproducto líquido llamado biol o efluente; este presenta alta concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio. Debido al proceso de mineralización de los residuos orgánicos que entran al biodigestor, al ser aplicado al suelo proporcionan nutrientes de acción rápida, que entran fácilmente en la solución del suelo y de este modo quedan disponibles para las plantas y como nutrientes primarios para el desarrollo de microorganismos del suelo (Herrero, 2019). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación al suelo de biol producido a partir de estiércol bovino en las propiedades de un suelo dedicado a la producción de forraje.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en predios de la universidad Nacional de Colombia sede Bogotá usados para el pastoreo de ganado bovino con fin lechero y con una rotación de 50 días. Se evaluaron seis tratamientos con diferentes dosis de biol como complemento a la fertilización química; esta última establecida de acuerdo al manejo común de los productores de la sabana de Bogotá, con fertilizante 31-8-8-2 a dosis de 160 kg/ha: T1: Biol 100 l/ha, T2: Biol 200 l/ha, T3: Biol 100 l/ha + FQ, T4: Biol 200 l/ha + FQ, T5: FQ y T6: control. Se evaluaron cinco réplicas por tratamiento y la unidad experimental correspondió a parcelas de 25m², distribuidas aleatoriamente.

Se evaluó el Carbono Orgánico Oxidable (COO) por el método de Walkley-Black; Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), por el método del acetato de amonio; como propiedades físicas la densidad aparente (Da) por el método del cilindro y la porosidad (Jaramillo, 2002); en cuanto a las propiedades biológicas se evaluó la respiración del suelo, por el método de titulación (Öhlinger, 1995). Además se analizó el forraje de materia seca por el método de digestibilidad in vitro de la MS (ICONTEC); proteína

cruda por el método de la digestibilidad in situ (AOAC, 1996), fibra detergente neutro y ácido (AOAC, 1996) y cenizas con análisis de hierro (AOAC, 1996).

Resultados y discusión

El CO del suelo incrementó en todos los tratamientos con respecto al muestreo inicial (8,2 %), el tratamiento 1 (12,4 %) fue el que mostró el mayor incremento (50 %) al final. En comparación con el testigo (10,2 %), el mayor valor lo presentó el tratamiento 1 (12,4 %), seguido del tratamiento 3 (12 %) y el 2 (10,7 %) con incrementos del 21, 17 y 4 %, respectivamente (**Tabla 1**). En cuanto a la CIC los tratamientos 3 (45,25 Meq/100g) y 4 (53,8 Meq/100g) incrementaron 23 y 46 % respectivamente, en relación con el muestreo inicial (8,2 Meq/100g). En comparación con el testigo (45,15 Meq/100g) estos mismos tratamientos incrementaron 0,2 y 19 % respectivamente, mientras que los demás presentaron disminución de la CIC, siendo el tratamiento 1 con 24,79 Meq/100 el que representó el mayor decremento con un 32 % con respecto al día cero (36,7 Meq/100g) y 45 % con el testigo (45,15 Meq/100g) (**Tabla 1**).

El biol presenta efectos en las propiedades químicas del suelo debido a que permite una mayor disponibilidad de nutrientes. Ello, posiblemente, debido a que en el proceso de degradación durante la digestión anaerobia se transforman los nutrientes a formas más simples como NH₄⁺, NO₃⁻ y P₂O₅, las cuales son de fácil asimilación por parte de las plantas (Martínez & López, 2018), además de aportar cargas para mejorar la CIC del suelo (Adesina *et al.*, 2014). Por otro lado, el incremento del CO se debe posiblemente al contenido de materia orgánica presente en el biol, carbono este esencial como fuente de energía para los microorganismos (Martínez *et al.*, 2008). En estudios realizados por Jiménez *et al.*, (2004), donde se evaluó la aplicación de estiércol bovino en las propiedades del suelo, los autores reportaron que se incrementó el carbono orgánico del suelo, en comparación con parcelas donde solo se fertiliza con productos químicos.

En cuanto a las propiedades físicas, en la **Figura 1** se muestra que para la Da se presentan diferencias significativas con respecto al inicio, pero no con el testigo. Sin embargo, el tratamiento 3 (0,78 g/cm³) mostró la mayor reducción con 24 % menos que el valor inicial (1,03 g/cm³), seguido de los tratamientos 2 (0,85 g/cm³) y 1 (0,88 g/cm³) con una reducción del 17 y 14 % respectivamente. En comparación con el testigo (0,87 g/cm³), los tratamientos 2 (0,85 g/cm³) y 3 (0,78 g/cm³) disminuyeron un 2,2 y 10,3 %, respectivamente; mientras que el suelo bajo los tratamientos 4 y 5 presentaron los mayores valores con 0,99 y 0,89 g/cm³ y cada uno representa 13 y 2 % más que el testigo (**Figura 1**). Por otro lado, en la porosidad se presenta diferencia significativa solo en los tratamientos 2 y 4 con

respecto al inicial; al comparar con el testigo (57,51 %), el tratamiento 2 mostró el menor valor (50,35 %) con una reducción del 13 % (**Figura 2**); los mayores valores se

presentaron en los tratamientos 3 y 5 con 64,53 y 58,40 %, con un incremento del 11,2 y 0,64 %, respectivamente (**Figura 2**).

Tabla 1 | Resumen de estadística descriptiva de propiedades químicas del suelo evaluadas bajo los tratamientos: T1: Biol 100 l/ha, T2: Biol 200 l/ha, T3: Biol 100 l/ha + FQ, T4: Biol 200 l/ha + FQ, T5: FQ y T6: control.

Variable	Muestreo (días)	Tratamiento	Media	Std	CV (%)
CO (%)	0	0	8,2	0,37	5 %
		1	12,4	4,69	38 %
	50	2	10,7	2,99	28 %
		3	12	2,19	18 %
		4	10,2	3,97	39 %
		5	8,8	3,34	38 %
		6	10,2	3,65	36 %
CIC (Meq/100g)	0	0	36,7	5,94	16 %
		1	24,79	0,49	2 %
		2	33,9	9,76	29 %
	50	3	45,25	7,42	16 %
		4	53,8	28,99	54 %
		5	36,7	15,27	42 %
		6	45,15	14,07	31 %

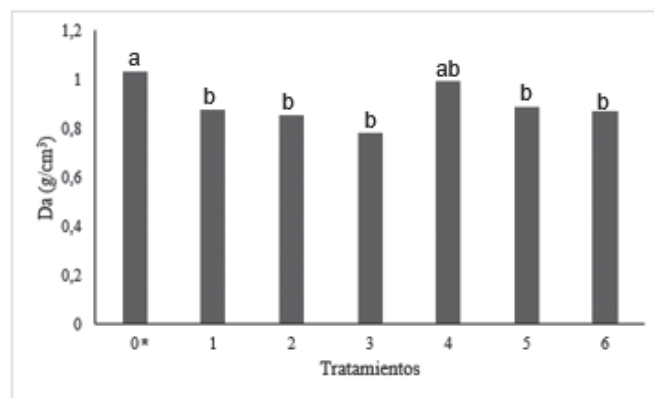


Figura 1 | Densidad aparente del suelo bajo tratamientos con biol. * Muestreo inicial en el día cero antes de aplicación de tratamientos comparación de medias de Tukey con $p < 0.05$.

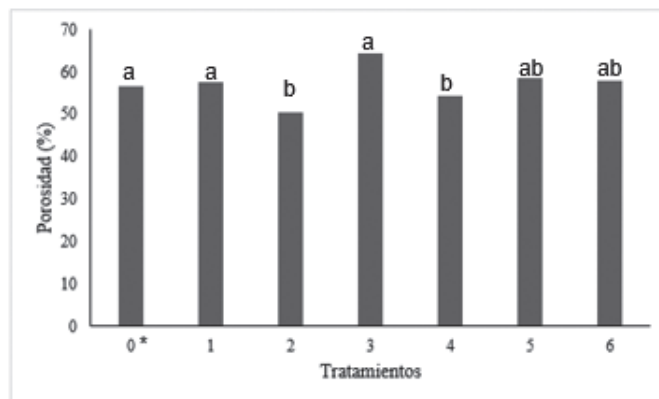


Figura 2 | Porosidad del suelo bajo tratamientos con biol. * muestreo inicial en el día cero antes de aplicación de tratamientos comparación de medias de Tukey con $p < 0.05$.

La aplicación de biol al suelo tiene influencia indirecta en las propiedades físicas de este, ya que incrementa los contenidos de carbono orgánico y estimula la actividad biológica. Esto resulta en una buena estructuración del suelo y la generación de agregados estables que ayudan a una mayor resistencia a la degradación y compactación, y mejora la dinámica de movimiento de agua y aire, relacionado con la porosidad del suelo (Torres *et al.*, 2013). Además, el biol estimula principalmente la actividad microbiana, debido a que presenta materia orgánica semi-degradada y microorganismos solubilizadores de fosfatos, liberadores y fijadores de nitrógeno (Dávila *et al.*, 2017). Estos generan compuestos que actúan como agentes cementantes de los agregados del suelo; las bacterias secretan sustancias adherentes como polisacáridos que ayudan al proceso de formación de macro y micro agregados, lo que genera una mayor porosidad del suelo y por ende un efecto en la densidad aparente (Davies, 2006 citado por (Orozco *et al.*, 2016).

En la actividad biológica aerobia medida como la respiración, se muestra en la **Figura 3** que el suelo bajo el tratamiento 2 presentó la mayor respiración con 1,29 mgCO₂/g*24h, respecto al día cero (0,37 mgCO₂/g*24h) y al testigo (1,08 mgCO₂/g*24h), con un incremento del 19 %. El suelo bajo los tratamientos 1, 3, 4 y 5 mostraron valores menores con respecto al testigo con reducciones del 23, 10, 23 y 17 %, respectivamente. Resultados similares se encontraron en un estudio donde se evaluó la respiración del suelo como indicador de la actividad microbiana, después de la aplicación de materiales orgánicos. Los autores indican que la respiración se incrementó en los tratamientos con aplicación de abonos orgánicos, además que la actividad de los microorganismos fue dependiente de los contenidos de carbono en el suelo (Guerrero *et al.*, 2012).

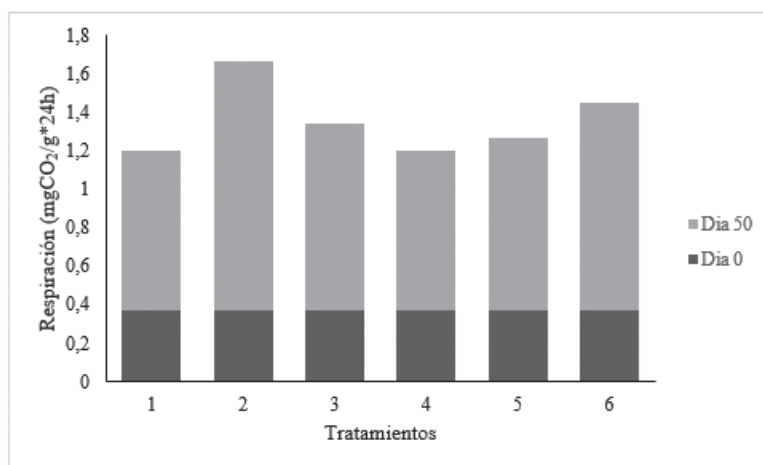


Figura 3 | Respiración del suelo bajo tratamientos con biol.

En la **Tabla 2** se observan los resultados de materia seca, proteína, fibra y cenizas del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), donde se muestra que los tratamientos 2, 4 y 5 presentaron el mayor contenido de proteína cruda con 20,1 %, 22,2 % y 23,1 % respectivamente, en comparación con el testigo (19,1 %). Por otra parte, los tratamientos 3 y 1 tuvieron los mayores valores en fibra en detergente ácido con 26,3 y 24,8 %, lo que representa un incremento del 8 y 2 % respectivamente, en comparación con el testigo (24,3 %) y en fibra en detergente neutro con 61,3 y 58,5 %, y un incremento del 7 y 2 % respectivamente, en comparación con el testigo (57,2 %). En el contenido de cenizas se observa que el tratamiento que presentó el mayor valor en comparación con el testigo (7,8 %) fue el 2 (8,5 %), con un incremento del 9 %, seguido del tratamiento 5 y 1 con 8,3 % y 8,2 %, representando un incremento del 6 y 5 %, respectivamente.

La fibra es uno de los componentes principales en la alimentación del ganado, debido a que tiene como función estimular la masticación y la producción de saliva en los animales, esto permite una buena rumia y mantener

un pH rumial mayor a 5,7, cuyo resultado es un buen comportamiento productivo de los animales; tanto la fibra detergente neutro (FDN) como la fibra detergente ácido (FDA) se encuentran relacionadas con el consumo de materia seca y la digestibilidad de los forrajes. Al presentarse una dieta con altos contenidos de FDN los animales consumen menos alimento y con altos niveles de FDA se disminuye la digestibilidad, en una dieta ideal la FDN debe estar por debajo del 55 % en los forrajes (Phibro Animal Health, 2017). En estudios realizados en pasto la aplicación de bioabonos de estiércol bovino generó un incremento en el crecimiento de las plantas y el contenido de materia seca superior al 50 % en comparación con el testigo. Los autores muestran que estos resultados se dan debido a que los bioabonos aportan al suelo nutrientes que permiten un incremento en el rendimiento (Barrera *et al.*, 2019). Otros autores han reportado que, el uso de biol de estiércol bovino incrementa el contenido de proteína cruda en avena forrajera en comparación con parcelas sin aplicación, además incrementa el contenido de fibra, el cual se mantiene en un rango ideal para tener una buena digestibilidad en los animales (Huallpa *et al.*, 2016).

Tabla 2 | Variables analizadas en pasto kikuyo bajo tratamientos con biol después de 50 días.

Tratamiento	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Fibra detergente Neutro (%)	Fibra detergente ácido (%)	Cenizas (%)
1	20,4	19,4	58,5	24,8	8,2
2	19,5	20,1	55,6	24,5	8,5
3	21,9	17,4	61,3	26,3	7,6
4	20,1	22,2	55,8	23,6	7,8
5	20,1	23,1	55,9	22,9	8,3
6	22,8	19,1	57,2	24,3	7,8

Conclusiones

La aplicación de biol al suelo mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de este, lo cual resulta en un suelo sano, donde las plantas presentan buen crecimiento, desarrollo y producción. Con la aplicación de biol se mejoró las características del forraje en cuanto a contenidos de proteína, fibra y cenizas, lo que repercute en un buen comportamiento productivo de los animales, además de mantenerlos en buen estado de salud en cuanto al consumo y la digestibilidad del forraje.

Referencias

- Adesina, J., Sanni, K., Afolabi, L., & Eleduma, A. (2014). Effect of variable rate of poultry manure on the growth and yield of pepper (*Capsicum annum*) in South Western Nigeria. *Academia Arena*, 6(1), 9-13.
- AOAC Association of Analytical Chemists. (1996). Official Methods of analysis of the Association of Analytical Chemists. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
- Barrera, M., Cubas, F., Gosgot, W., Ordinola, C., y Rascón, J. (2019). Sistema de producción de biogás y bioabonos a partir del estiércol de bovino, Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 725-734. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26214>.
- Dávila, E., Calero, A., Gómez, Y., Gil, Z., Henderson, D., & Jiménez, J. (2017). Agronomic effect of the biosold in tomato cultivation (*Solanum lycopersicum*): biological control of *Rhizoctonia solani*. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 13-23.
- Guerrero, P., Quintero, R., Espinoza, V., Benedicto, G., y Sánchez, M. (2012). Respiración de CO₂ como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus*. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 355-362.
- Herrero, M. (2019). Experiencias Latinoamericanas en la democratización de los biodigestores: Aportes a Ecuador. Climate Technology Center and Network.
- Hristov, A.N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J., y Oosting, S. 2013. Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera – Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO₂. Editado por Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson y Harinder P.S. Makkar. Producción y Sanidad Animal FAO Documento No. 177. FAO, Roma, Italia. <https://www.fao.org/3/i3288s/i3288s00.htm>
- Huallpa, R., Céspedes, R., y Esprella, B. (2016). Evaluación del efecto de Biol bovino en la producción y calidad de la avena forrajera (*avena sativa L.*), en época de invierno en la estación experimental Choquenaira, Viacha - La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(1), 103-114.
- ICONTEC. (s.f.). Manual de métodos fisicoquímicos para el control de calidad de la leche y sus derivados. <https://tienda.icontec.org/gp-metodos-fisicoquimicos-para-control-de-calidad-de-leche-y-productos-lacteos-ntc6103-2015.html>
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia.
- Jiménez, L., Larreal, M., y Noguera, N. (2004). Efectos del estiércol bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques Colón, estado Zulia. *Revista Facultad de Agronomía*, 21(4), 311-321.
- Martínez, C., y López, Y. (2018). Tratamiento y utilización de efluentes de instalaciones de biogás como abonos orgánicos, revisión y análisis. *Centro Agrícola*, 45(2), 83-92.

- Martínez, E., Fuentes, J., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96.
- Ölinger R., Beck T., Heilmann B., y Beese F. (1996) Soil Respiration. In: Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margesin R. (eds) *Methods in Soil Biology*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60966-4_6
- Orozco, A., Valverde, M., Martínez, R., Chávez, C., y Benavidez, R. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 441-456.
- Phibro Animal Health. (2017). Importancia de la fibra en la salud ruminal de ganado productor de carne. <https://www.ganaderia.com/destacado/Importancia-de-la-fibra-en-la-salud-ruminal-de-ganado-productor-de-carne>.
- Pinos, J., García, J., Peña, L., Rendón, J., Gonzales, C., y Tristán, F. (2012). Environmental regulations and impact of manure generated by livestock operations in some American countries. *Agro Ciencia*, 46(4), 359-370.