

Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo

Evaluation of Nitrogen, Phosphorus and Potassium concentrations of biol and biosol obtained from cattle manure in a polyvinyl chloride geomembrane biodigester

Jeisson Cabos Sánchez & Cecilia Betzabet Bardales Vásquez

Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, La Libertad-PERÚ
jcaboss1@upao.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0001-6331-2130>
cbardalesv@upao.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-7811-3676>

Carlos Alberto León Torres & Luis Arturo Gil Ramírez

Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad-PERÚ
cartaviolabs@hotmail.com // <https://orcid.org/0000-0002-9808-186X>
larturo0208@gmail.com // <https://orcid.org/0000-0002-7323-0566>

Resumen

El presente Trabajo evalúa las Concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol elaborados a partir de estiércol de ganado vacuno, teniendo como objetivo ver si existe diferencias entre ambos componentes (biol y biosol), los efluentes se prepararon a partir de estiércol fresco siendo depositados en un biodigestor, se tomaron 4 muestras de ambos compuestos en un intervalo de 15 días, utilizando el Método de Kjeldahl se determinó Nitrógeno (N), Espectrofotometría atómica de llama para determinar Potasio (K) y el Método de OLSEN para Fósforo (P), utilizando el método estadístico T-student se demostró que no existe diferencias significativas entre los componentes de cada efluente, lo que permite concluir que ambos presentan la misma concentración.

Palabras Clave: biol, biosol, estiércol.

Abstract

This work evaluates the concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium of biol and biosol made from cattle manure, aiming to see if there are differences between both components (biol and biosol), the effluents are prepared from fresh manure being deposited in a biodigester, 4 samples of compound compounds were taken for a 15-day interval, using the Kjeldahl Method, Nitrogen (N), Flame Atomic Spectrophotometry to determine Potassium (K) and the OLSEN Method for Phosphorus (P), using the statistical method T-student showed that there are no significant differences between the components of each element, which allows concluding that both have the same concentration.

Key words: biol, biosol, Manure.

Citación: Cabos, J.; C. Bardales; C. León & L. Gil. 2019. Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa* 26 (3): 1165-1176 2019.

<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321>

Introducción

Los productos obtenidos de la descomposición de los desechos orgánicos a través de la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) son el biogás y dos efluentes líquidos el biol y el biosol, ambos son una solución orgánica que tienen valor como fertilizante y pueden ser utilizados en la irrigación de los cultivos para reemplazar los fertilizantes químicos según Cruz (1995).

La fermentación anaeróbica es un proceso, mediante el cual una gran variedad de desechos orgánicos como: heces fecales, estiércol de animales, desechos industriales, desechos vegetales, aguas cloacales y otros, en un ambiente sin aire, pueden ser convertidos en un

combustible (gas metano) llamado biogás, y un residuo semisólido, rico en nitrógeno, llamado bioabono o efluente (Gómez, 1990).

El biogás es un combustible de mediano contenido energético, obtenido como producto de la descomposición de materia orgánica, se da en forma natural en pantanos, estómagos de rumiantes, etc., o de manera artificial en sistemas llamados biodigestores, este último es un tipo de biorreactor en condiciones anaerobias diseñado para propiciar un ambiente adecuado para bacterias que degradan la materia orgánica convirtiéndolo finalmente en biogás y dejando efluentes biol y biosol (Días *et al.*, 2007).

El biol es una fuente de fitorreguladores (Claire, 1992), considerado también un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas (Medina & Solari, 1990).

El biosol es el segundo efluente de salida del biodigestor, El biosol presenta una cantidad bastante equilibrada de nutrientes los cuales influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, es un producto de uso orgánico que ayuda a fortalecer las plantas; un producto químico nos da mejor tamaño y cantidad pero un producto orgánico es mejor en calidad y sobre todo un producto sano (Medina, 1992).

Estudios realizados indican que los efluentes líquidos biol y biosol contienen macronutrientes tales como Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K), estos tres elementos son denominados mayores o fundamentales, porque siempre está presente alguno de los tres o los tres en cualquier fórmula de fertilizante (Espinoza, 1987).

El Nitrógeno (N), necesario para la síntesis de clorofila, por lo tanto tiene un papel muy importante en el proceso de fotosíntesis, formación de proteínas, prótidos y albuminoides; el Fosforo (P) favorece la floración así como la maduración de los frutos, promueve el crecimiento de la planta además de fomentar perfume y dulzor del fruto; y el Potasio (K) es el responsable de la multiplicación celular y de la formación de tejidos más resistentes a la sequía y heladas, importante para el proceso de la fotosíntesis (Barcelo *et al.*, 1985).

Las características de los fertilizantes orgánicos biol y biosol producidos dependerán de una serie de factores entre los que prevalecen el tipo de estiércol utilizado y la dilución, los fertilizantes producidos por un biodigestor alimentado con estiércol de vaca o cerdo contiene un 2 a 3% de Nitrógeno, 1 a 2% de Fósforo, 1% de Potasio y alrededor de 85% de materia orgánica. La calidad del mismo dependerá también de los días de retención que tenga nuestro sistema, se utiliza como base mínimamente 30 días de retención, con lo cual se asegura una excelente descomposición y con ello se mejora la disponibilidad y asimilación de los nutrientes para las plantas a la hora de llevarlo al suelo, así también señala que el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, son sales solubles en agua y son los tres elementos considerados en agricultura como los macro nutrientes que deben estar presentes en suelos destinados a cultivos de cualquier índole. (Branco, 1986).

El Nitrógeno, Fósforo y Potasio son los elementos principales en la nutrición de los vegetales, y estos los requieren en grandes cantidades para su buen desarrollo, por eso es necesaria su incorporación al suelo como Bioabonos. Investigaciones realizadas, permiten comprobar que el biol y biosol aplicados foliarmente a los cultivos (alfalfilla, papa, hortalizas) en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra plagas (Rojas, 1993; Besantes & Danilo., 2009).

Trabajos realizados sobre Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de Policloruro de Vinilo, evaluó la calidad de biogás y biol

producido con dos mezclas diferentes: uno con una relación estiércol y agua de 1/4 y otro con 1/5; estos biodigestores fueron instalados con fines de investigación en el Centro Modelo de Tratamiento de Residuos - CEMTRAR de la Universidad Nacional Agraria La Molina, todo el monitoreo y análisis del biogás y biol fueron realizados desde noviembre del 2009 hasta abril de 2010, en el cual se alcanzó un promedio de 52% de CH₄ y 37,4% de CO₂ en la mezcla 1/4 y un promedio de 53% de CH₄ y 36,9% de CO₂ en la mezcla 1/5.- así también el biol obtenido en el estudio dio como resultado que tiene una buena cantidad de N-P-K y algunos otros componentes como Ca, Mg y Na, por lo que se llega a la conclusión de que los bioles de las mezclas se asemejan a la de los abonos orgánicos, por lo tanto pueden ser usados como fertilizante en cultivos hidropónicos (Lawrence *et al.*, 2001).

De las Investigaciones realizadas de los abonos de origen orgánico; estos resurgen como una alternativa tecnológica que permite disminuir los gastos para el consumo de fertilizantes inorgánico y agroquímicos, así también permite el reciclaje de desechos orgánicos que tradicionalmente han sido fuente de contaminación, además su aplicación favorece al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, aumentando su fertilidad natural., En tal sentido el presente trabajo de Investigación tiene como objetivo determinar y comparar las concentraciones de Nitrógeno, Fosforo y Potasio de los efluentes biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno.

Material y métodos

El material utilizado fue recogido del establo Sr. Contreras, El Trópico,

Huanchaco, la cantidad de 20 sacos (Besantes & Danilo, 2009). Se utilizó un biodigestor de geomembrana de Policloruro de Vinilo ya instalado en el módulo de producción de biogás, biol y biosol que se encuentra en la Estación Experimental de Bioquímica Aplicada, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

El día cero (inicio de actividades) se cargó el biodigestor con la mezcla estiércol: agua en la proporción 1:3, empleando estiércol fresco, esta mezcla se preparó en un cilindro de 200 L, para la carga total del Biodigestor se utilizó 13 cilindradas de estiércol: agua; una vez llenado el Biodigestor las muestras fueron recolectadas en las bocas de salida del biodigestor, para la determinación de concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.

Se tomaron 5 muestras de 500 ml de cada efluente orgánico: biol y biosol; en bolsas herméticas, la primera muestra se tomó el día cero o inicio, la segunda, tercera y cuarta muestra a los 15, 30 y 45 días respectivamente, luego fueron llevadas el mismo día de la colección de muestra al Servicios de Análisis y Asesoría DELTAS S.R.L. en el cual se determinaron las concentraciones de Nitrógeno, Fosforo y Potasio de cada efluente.

De las muestras tomadas se determinaron su valor acuerdo con los siguientes métodos: Método de Kjeldahl para determinar Nitrógeno (N) (López, 1985); Método Absorción Atómica de Llama para determinar Potasio (K) (Harris, 2007) y el Método de OLSEN para determinar Fósforo (P) (López, 1985). Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante los análisis de t-student para la comparación de medias (Romero & Zúñiga, 2005).

Resultados

Al determinar las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol, se procedió a comparar las medias de dichas concentraciones entre ambos efluentes y se obtuvieron los siguientes resultados:

En la TABLA 1 nos muestra la concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del Biol, así mismo en la

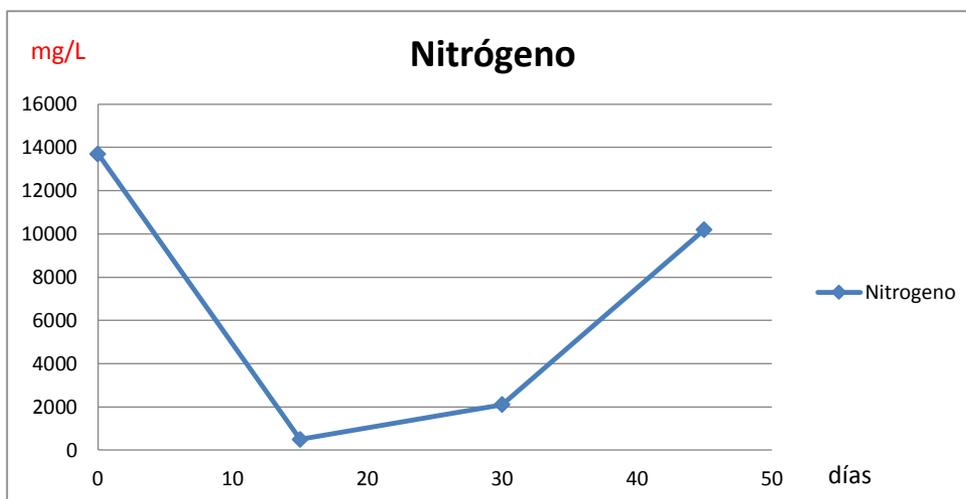
GRAFICA 1, 2 y 3 nos muestra el nivel de concentración de cada componente conforme fueron pasando los días.

En la TABLA 2 nos muestra la concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del Biosol, así mismo en la GRAFICA 4, 5 y 6 nos muestra el nivel de concentración de cada componente conforme fueron pasando los días.

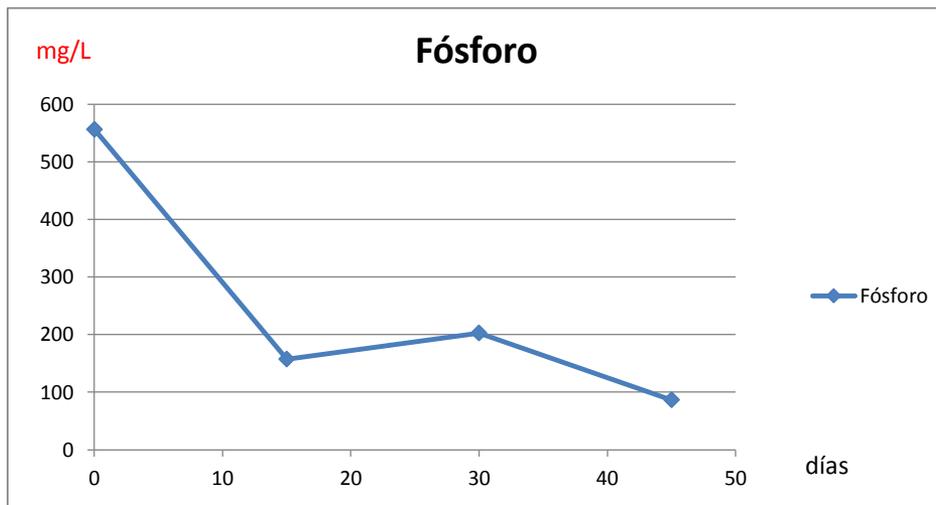
En la TABLA 3 se muestra el análisis de medias utilizando el método t-student.

TABLA 1: Concentraciones en mg/L de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol.

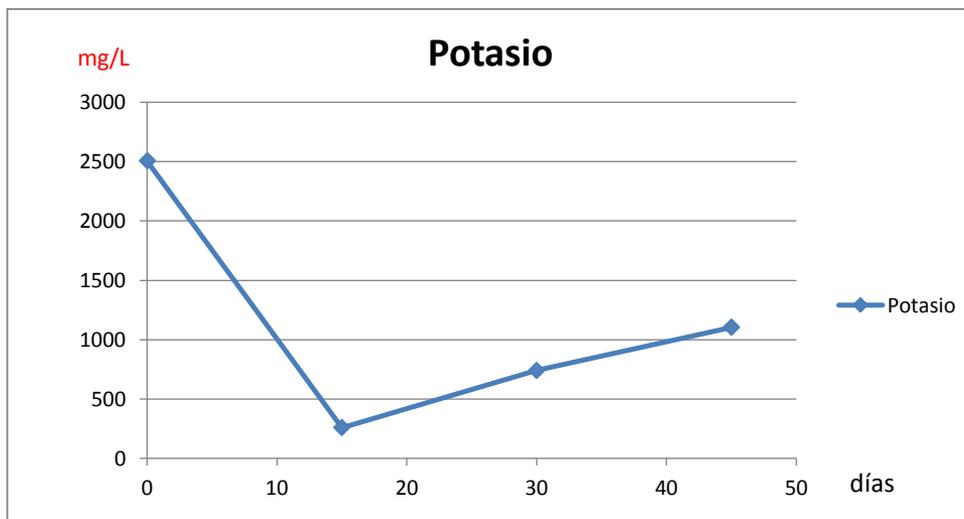
Variación de N P K en el Biol			
DIAS	N mg/L	P mg/L	K mg/L
0	13700	556.72	2504.8
15	500	157.6	259.1
30	2100	202.8	741.8
45	10200	86.56	1103.8



Gráfica N° 1: Concentración de Nitrógeno (N) en el biol



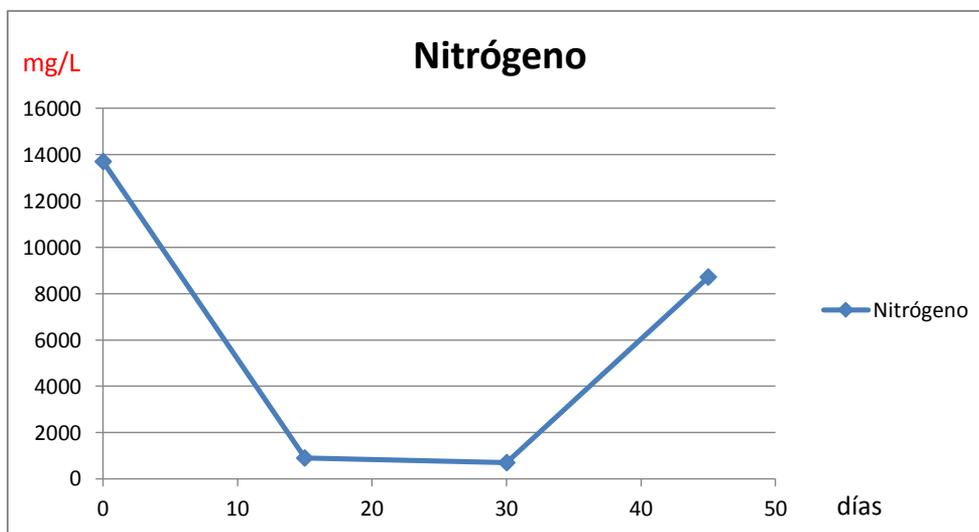
Gráfica N° 2: Concentración de Fósforo (P) en el Biol



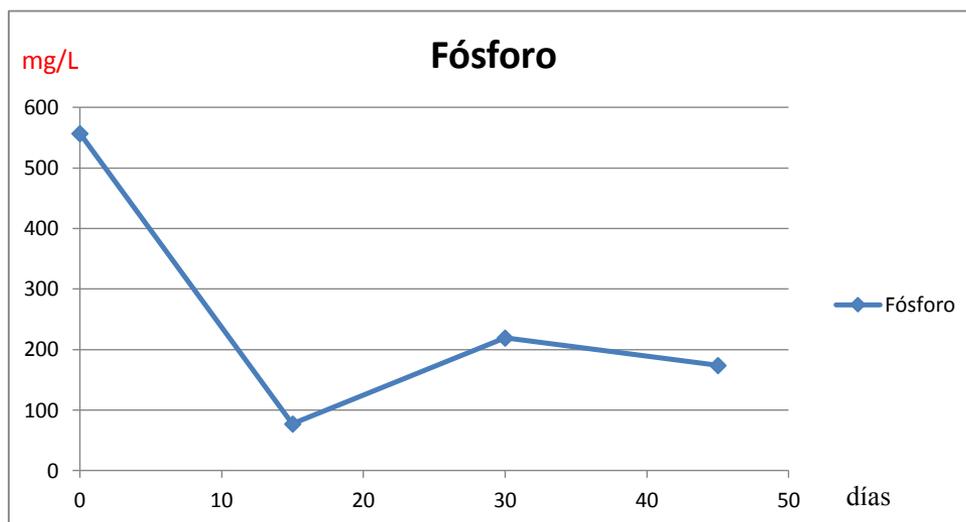
Gráfica N° 3: Concentración de Potasio (k) en el biol

Tabla 2: Concentraciones en mg/L de Nitrógeno, Fosforo y potasio del Biosol.

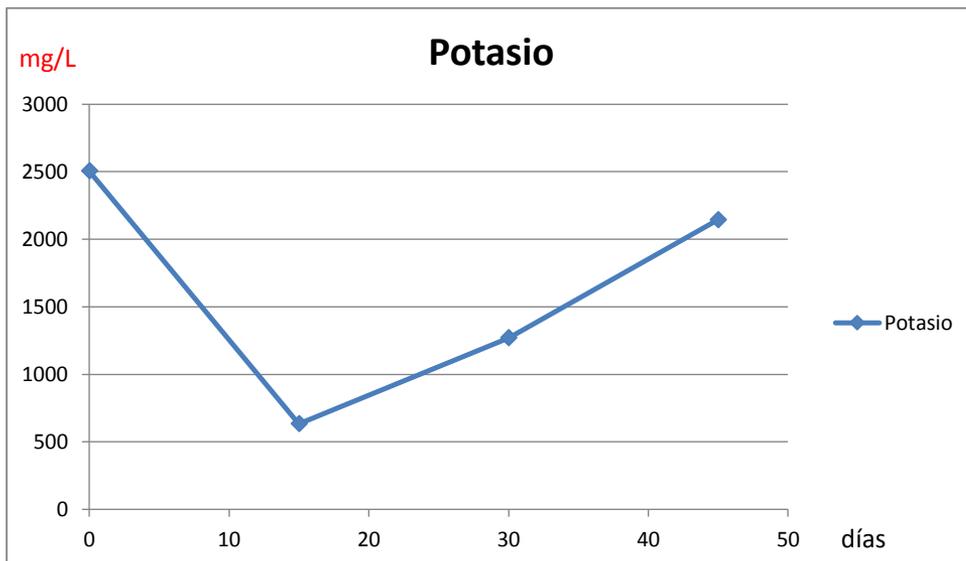
Variación de N P K en el Biosol			
DIAS	N mg/L	P mg/L	K mg/L
0	13700	556.72	2504.8
15	900	77.4	634.6
30	700	219.1	1270.0
45	8700	173.91	2145.0



Gráfica N° 4: Concentración de Nitrógeno (N) en el biosol



Gráfica N° 5: Concentración de Fósforo (P) en el biosol



Gráfica N° 6: Concentración de Potasio (k) en el biosol

TABLA 3: Resultados de la comparación de medias por el método t -student

Método t-student comparación de medias					
Parámetros		Medias	t _{calculado}	t _{tabulado}	Diferencias significativas
Nitrógeno	Biol	6625.00	0.098	1.943	no
	Biosol	6000.00			
Fósforo	Biol	250.92	0.030	1.943	no
	Biosol	256.78			
Potasio	Biol	1152.37	0.53	1.943	no
	Biosol	1638.60			

Discusión

Los productos obtenidos a partir de estiércol de vaca, fueron por medio de digestión anaerobia, este es uno de los procesos más utilizados para el tratamiento de residuos orgánicos, en el que la materia orgánica es transformada biológicamente, en metano y Dióxido de carbono; además, se produce también una suspensión acuosa

de materiales sólidos (lodos), en los que se encuentran los componentes más difíciles de degradar, la mayor parte nitrógeno y el fósforo y la totalidad de los elementos minerales (K, Ca, Mg, entre otros) (Antoni *et al.*, 2007).

El residuo orgánico que se descarga del biodigestor es un lodo-líquido fluido de excelentes propiedades fertilizantes, el cual

está constituido por la fracción orgánica que no alcanza a degradarse y por el material orgánico agotado. Su constitución puede variar mucho, dependiendo de las variaciones en el contenido de la materia orgánica utilizada para alimentar el biodigestor y del tiempo de residencia de dicho material dentro de él (Moncayo, 2007).

Según (Patrick *et al.*, 2006) los 3 principales elementos que necesitan las plantas son el Nitrógeno (N) que promueve el crecimiento de la planta, Fósforo (P) que favorece la maduración de flores y frutos, además de fomentar su perfume y dulzor y el potasio (K), quien es el responsable de la multiplicación celular y de la formación de tejidos más resistentes a la sequía y las heladas. Estos elementos son los principales nutrientes vegetales y las plantas los requieren en grandes cantidades para su buen desarrollo, por esto es necesario volver a incorporarlos al suelo con regularidad como fertilizante.

Según (Soria *et al.*, 2001), la composición del bioabono en promedio tiene 8,5% de materia orgánica, 2,6% de nitrógeno, 1,5% de fósforo, 1,0% de potasio y un pH de 7,5. Que al comparar estos valores con los resultados demostrados anteriormente, se verificó que efectivamente en el bioabono las diferencias de concentraciones de NPK son determinantes. Siendo el N en más concentración.

Se ha obtenido valores de referencia donde se dan los valores aproximados de la composición en los principales macronutrientes, pero se debe tener en cuenta que estos valores son sólo indicativos según el tipo de alimentación, raza, manejo, etc. que tengan los animales y el tratamiento que sufra el estiércol antes y después de su digestión; estos valores

pueden variar en forma significativa, la concentración de N, P y K en los Bioabonos (biol y biosol), se obtuvo más concentración de Nitrógeno (N), esto explica lo mencionado anteriormente: la variación de las concentraciones debido al tipo de alimentación y otros factores. También cabe mencionar que en estiércol de ave, en los valores de referencia, el Nitrógeno (N) está en mucha más concentración que en el ganado vacuno (Hilbert, 2006).

El cuadro 1 y 2, nos muestra las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del Biol y Biosol; en el análisis químico, se determinó que los contenidos de estos varían, siendo el nitrógeno el que presentó mayor incremento en ambos efluentes.

El cuadro 3 nos brinda la información de comparación de medias a través del método t-student para ver si es que existen diferencias significativas entre el Biol y el Biosol, obteniendo como resultado que no existe diferencias significativas en la concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio de ambos efluentes.

Hasta el día de hoy no se han reportado trabajos en donde comparen las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio de estos efluentes, es por eso que no se ha podido comparar los resultados obtenidos con otras fuentes, por lo tanto esta información quedara planteada como referencia para investigaciones posteriores.

Conclusiones

El Nitrógeno se encuentra en mayor concentración en ambos efluentes (biol y biosol). Al comparar las concentraciones de Nitrógeno, Fosforo y Potasio de los efluentes Biol y Biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno, se observa que ambos componentes tienen

estadísticamente la misma concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Se propone en primer lugar al Biol seguido al Biosol como fertilizantes orgánicos para así poder disminuir la contaminación ambiental por el uso excesivo de agroquímicos.

Agradecimientos

Al Dr. Carlos Alberto León Torres, por facilitarnos la realización del trabajo en su laboratorio de investigación docente así como los ambientes de la estación experimental de bioquímica aplicada de la Facultad de Ciencias Biológicas y al Dr. Carlos Nomberto Rodríguez docente del departamento de Química Biológica y Fisiología Animal de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. Por la asesoría y facilitarnos equipos y reactivos para la realización de la presente investigación.

Contribución de los autores

J.C. coordinador del grupo de investigación y soporte logístico C.B. recolección y tratamiento estadístico de los datos L.G. apoyo logístico en la preparación de carga y descarga del biodigestor. C.N. asesoría académica y apoyo logístico en el trabajo de campo C.L. asesor del diseño experimental y facilitador de los trabajos de campo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Literatura citada

- Antoni, D.; V. Zverlov & W. Schwarz.** 2007. Biofuels from microbes. *Appl Microbiol Biotechnol.* 77:23-35.
- Barcelo, J.; J. Rodrigo; B. Sabater & R. Sanchez.** 1985. *Fisiología Vegetal* (3ª ed). Madrid: Ediciones pirámide. 780p.

- Besantes, V. & E. Danilo.** 2009. Elaboración y aplicación de dos tipos de Biol en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* Var. Legacy). Tesis Ing. Agrónomo. Esc. Sup. Poli. De Chimborazo.
- Branco, S.** 1986. *Hidrología aplicada a la ingeniería sanitaria* (3ª ed). Sao Paulo: Global.
- Cruz, J.** 1995. Efecto inmediato residual de abonos orgánicos. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de postgraduados. Puebla, México.
- Claure, C.** 1992. Manejo de Efluentes. Proyecto BIOGAS UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia.
- Dias, E.; J. Kreling; R. Botero & J. Murillo.** 2007. Evaluación de la productividad y del efluente de biodigestores suplementados con grasas residuales. *Tierra tropical*, 3 (2), 79-160.
- Espinoza, G.** 1987. Composición del Biol a base de estiércoles y algas. Continental S.A.: Arequipa.
- Gómez, F.** 1990. Efecto de un abono orgánico sobre la producción de albahaca (*Ocimum sanctum* L.) y las propiedades físico-químicas de un suelo. Tesis Lic. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica. 130 p.
- Harris, D.** 2007. "Análisis químico cuantitativo". (3ª ed). España: Editorial Reverte.
- Hilbert, J.** 2006. Manual para la producción de biogás. Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. Castelar.
- Lawrence U.; W. Baldeón & O. Tang.** 2011. Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de PVC. Departamento de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- López, R. & N. López.** 1985. "Diagnóstico de Suelos y Plantas". Madrid, España: editorial Mundo Prensa.
- Medina, V.** 1992. Biol y Biosol en la agricultura. Programa especial de Energías. UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia.
- Medina, V. & E. Solari.** 1990. El BIOL fuente de Fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Programa especial de Energías UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia: impresiones poligráficas.
- Moncayo, G. & R. Arrué.** 2007. Construcción de biodigestores para el aprovechamiento del estiércol de animales para producción de biogás y energía eléctrica. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile. Disponible en: <http://www.agronomos.cl/2007/feb/htm/construccion.htm> (setiembre, 2013).

Patrick, A; R. Topper; E. Graves & R. Thomas. 2006.

“The Fate of Nutrients and Pathogens During Anaerobic Digestion of Dairy Manure”. Disponible en: <http://extension.psu.edu/natural-resources/energy/waste-to-energy/biogas/projects/g-71>.

Rojas, M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada.

Interamericana, Ms Graw Hill. México. 275p.

Romero V.; R. Zúñiga & R. Lamajo. 2005. Métodos

Estadísticos en Ingeniería. Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Soria, M.; R. Ferrera-Cerrato; J. Etchevers; G.

Alcántara; J. Trinidad; L. Borges & G. Pereyda.

2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra. 19 (4), 353-36

