



Ecuador – Septiembre 2017 - ISSN: 1696-8352

ELABORACIÓN ARTESANAL Y CARACTERIZACIÓN DE BIOLES A BASE DE ESTIÉRCOL BOVINO Y GALLINAZA EN DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACIÓN.

Luis Alberto Garcés Candell¹

Alex Javier Angulo González²

Silvia Patricia Alvarado Franco³

1. Facultad de Ciencias Agrarias de Milagro. Universidad Agraria del Ecuador.

Dirección: Avda. Jacobo Bucaram y Emilio Mogner, Teléfono 2971877, www.uagraria.edu.ec

Email agarcés@uagraria.edu.ec, teléfono 0997789738

Milagro- Ecuador

2. Facultad de Ciencias Agrarias de Milagro. Universidad Agraria del Ecuador.

Dirección: Avda. Jacobo Bucaram y Emilio Mogner, Teléfono 2971877, www.uagraria.edu.ec

Email aangulo@agraria.edu.ec teléfono 0994100406

3. Ingeniero Agrónomo, particular

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Luis Alberto Garcés Candell, Alex Javier Angulo González y Silvia Patricia Alvarado Franco (2017): "Elaboración artesanal y caracterización de bioles a base de estiércol bovino y gallinaza en diferentes tiempos de fermentación", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, (septiembre 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/bioles-estiercol-bovino.html>

Resumen

Una de las alternativas más recomendadas para mejorar la fertilidad de los suelos es la obtención de fertilizantes biológicos a partir de insumos disponibles, que además de contribuir al incremento de los rendimientos en los cultivos no contamina el medio. Este trabajo tuvo como objetivo la elaboración de dos bioles artesanales, uno a base de estiércol bovino y otro de gallinaza en dos tiempos de fermentación, y su caracterización física, química y microbiológica. El experimento fue realizado en condiciones ambientales en Guayas, Ecuador y el biodigestor usado fue el estacionario con sangre bovina, rumen, leguminosa, levadura, melaza y agua no clorada, además de excretas de bovino o gallinaza (factor a), en dos tiempos de fermentación (factor b), con un diseño al azar con arreglo factorial (a x b): a1b1 (gallinaza, 45 días), a1b2 (gallinaza, 60 días), a2b1 (estiércol, 45 días) y a2b2 (estiércol, 60 días), evaluados en cuatro réplicas. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Duncan (5%).

Se registraron los valores de pH y la temperatura. Se evaluó el olor y color de los bioles, además de la relación C/N, MA, N, P, K, Ca, Mg y Zn, así como un análisis microbiológico donde se evaluaron los Coliformes Fecales y *Escherichia coli*. El estiércol de gallinaza a 45 días resultó el mejor tratamiento al tener los mayores contenidos de nutrientes y ser el más inocuo. Los valores de C/N, MO y N para las cuatro variantes estudiadas, no mostraron diferencias significativas. El P fue superior en las variables con gallinaza, y a los 60 días de fermentación en el caso del estiércol bovino. Los valores más altos de K detectados fueron en la gallinaza a los 45 días y el estiércol bovino a los 60 días. Los mayores valores obtenidos para los microelementos coinciden para el Ca y el Mg, donde la gallinaza a 45 y 60 días de fermentación, no tienen diferencias significativas; en el caso del estiércol bovino a 45 días, el Ca tampoco se diferencia de dichos valores, mientras que hay similitud para ese mismo tratamiento en el Mg.

Palabras claves: Biodigestor, Biol, Biofertilizante, estiércol bovino, estiércol gallinaza.

ABSTRACT

One of the most recommended alternatives to improve soil fertility is to obtain biological fertilizers from available inputs, which in addition to contributing to increased yields in crops does not contaminate the environment. The objective of this work was the development of two artisanal biols, one based on bovine manure and another one of manure on two fermentation times, and its physical, chemical and microbiological characterization. The experiment was carried out under environmental conditions in Guayas, Ecuador, and the biodigestor used was stationary with bovine blood, rumen, legume, yeast, molasses and non-chlorinated water, as well as excreta of bovine or chicken manure (factor a). Fermentation (factor b), with a randomized design with factorial arrangement (axb): a1b1 (hens, 45 days), a1b2 (hens, 60 days), a2b1 (manure, 45 days) and a2b2 Evaluated in four replicates. An analysis of variance and the Duncan test (5%) were performed. The pH and temperature values were recorded. The odor and color of the biols, as well as the C / N, MA, N, P, K, Ca, Mg and Zn ratio were evaluated, as well as a microbiological analysis where Fecal Coliforms and *Escherichia coli* were evaluated. Manure from manure at 45 days was the best treatment to have the highest nutrient contents and be the safest. The values of C / N, MO and N for the four variants studied did not show significant differences. The P was higher in the variables with gallinaza, and at 60 days of fermentation in the case of bovine manure. The highest values of K detected were in hens at 45 days and bovine manure at 60 days. The highest values obtained for the microelements coincide for Ca and Mg, where the hens at 45 and 60 days of fermentation do not have significant differences; In the case of bovine manure at 45 days, Ca also does not differ from those values, while there is similarity for the same treatment in Mg.

Key words: Biodigestor, Biol, Biofertilizer, cattle manure, manure manure.

Introducción

La agricultura en Ecuador, como en otros países, ha sido objeto de mejoras en concordancia con los avances tecnológicos que en el tiempo han ido surgiendo debido al trabajo científico técnico del hombre. Pero, la introducción de nuevos métodos con el objetivo de obtener mayores producciones, deriva en la aparición de nuevos problemas. Un ejemplo es el uso sistemático de fertilizantes inorgánicos agrícolas, lo que conlleva a la contaminación no sólo del ambiente sino de los alimentos dirigidos al consumo humano y animal.

La fertilización biológica, fundamentada en el uso de insumos naturales para mejorar ya sea la fijación de nutrientes en la rizosfera, producción de estimulantes de crecimiento para las plantas, estabilidad del suelo, facilitar el control biológico u otros, es una práctica de la agricultura de conservación enfocada en disminuir el impacto adverso que causa el ambiente por las actividades agrícolas, para incrementar los rendimientos de los cultivos, así como implementar técnicas e insumos sostenibles y sustentables (Carvajal y Mera, 2010).

La obtención de fertilizantes biológicos que además de contribuir al incremento de los rendimientos en los cultivos sin contaminar el medio, es una de las alternativas más recomendables para mejorar y recuperar la fertilidad de los suelos, elaborados a partir de insumos disponibles (Aparcana y Jansen, 2008), en muchos casos desperdicios productos del faenamiento en camales municipales o institucionales, como es el caso de los bioles o fertilizantes orgánicos foliares con bajos costos de producción (Aparcana, 2005).

El biol es un abono orgánico líquido que se obtiene de la fermentación anaeróbica de estiércoles de animales domésticos, enriquecido con follajes de plantas que aportan nutrientes o alguna acción de prevención contra plagas y enfermedades, y que promueve la actividad fisiológica estimulando el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas (Feicán, 2011).

Según Mosquera (2010), este tipo de abono orgánico, además de no contaminar los suelos, ni el agua ni los productos obtenidos de las plantas, es de bajo costo, se puede elaborar en la misma parcela y con recursos locales. Puede incrementar los rendimientos hasta un 30 % y en dependencia de los ingredientes que se empleen, puede usarse también para el control de plagas.

El objetivo de este trabajo fue elaborar dos bioles en biodigestores artesanales, uno a base de estiércol bovino y otro de estiércol de gallinaza en dos tiempos de fermentación, a los 45 y 60 días, así como caracterizarlos física, química y microbiológicamente.

Materiales y métodos

Se realizó un experimento en condiciones ambientales durante los meses de mayo y julio del 2015 en el Centro Experimental El Misionero en la Ciudad de Milagro, provincia de Guayas, en Ecuador, a una altitud de 13 msnm y donde el clima es de Bosque Tropical Monzón con una Temperatura Media Anual de 25.1 °C (Medrano, 2015).

Se utilizó el tipo de biodigestor de régimen estacionario o de Batch (CEMAT, 1977), para lo cual se emplearon 16 recipientes plásticos de 60 l, de tapa circular que se ubicaron en un área sombreada y apartada. A cada tapa se le realizó un orificio de 5/8" de diámetro, se le adaptó un nepló y un acople de 1/2 " que sirvieron para conectar una manguera transparente de 1/2 " de diámetro y 100 cm de largo, fijada con abrazaderas de 1/2 " de diámetro que sería introducida en una botella de 1 l con agua corriente para que funcionara como válvula de escape (Salaya, 2010). En la parte inferior de cada recipiente se adaptó una llave de paso para el monitoreo del pH.

El procedimiento de preparación de los bioles, consistió en la colocación en cada biodigestor artesanal de: 2 l de sangre bovina, 12 Kg de rumen, 3 Kg de leguminosa (alfalfa), 60 gr de levadura, 2 l de melaza y 30 l de agua no clorada, siendo la única diferencia los 11 Kg de excretas de bovino y gallinaza, en dos tiempos de fermentación: a los 45 y 60 días. El estiércol bovino fue obtenido en el Camal de la Ciudad de Milagro; y la gallinaza se recolectó de una granja avícola próxima al Cantón Yaguachy. Las hojas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) fueron adquiridas en el Mercado de abastos de Milagro.

Posteriormente los biodigestores se cerraron herméticamente y 25 cm de la manguera de cada uno fue sumergida en la botella de 1 1/2 l con agua corriente.

El pH fue monitoreado semanalmente con un indicador universal de pH de 0-14. De forma similar, para el registro de la temperatura, se destapaba cada siete días cada recipiente donde se introducía adecuadamente el termómetro digital en la fermentación. En ambos casos los valores registrados fueron promediados.

De forma que, fueron considerados dos factores: excreta (a) y tiempo de fermentación (b), donde cada uno tenía dos variables, con un diseño completamente al azar con arreglo factorial (a x b): a1b1 (gallinaza, 45 días), a1b2 (gallinaza, 60 días), a2b1 (estiércol, 45 días) y a2b2

(estiércol, 60 días), evaluados en cuatro réplicas. Para la valoración estadística de los datos se realizó un análisis de varianza y la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan, al 5% de probabilidad.

A los 45 y 60 días, los bioles fueron cosechados en recipientes plásticos esterilizados de 12 l y rotulados adecuadamente para su posterior caracterización.

Diferentes análisis físicos fueron realizados a las muestras, como las relacionadas con las propiedades organolépticas de los bioles, como es el caso del olor y el color. Cada tratamiento al final de fermentación fue caracterizado según el color de la siguiente forma: 1- café claro y 2- café oscuro.

Se evaluaron los siguientes parámetros químicos: la relación de Carbono/Nitrógeno (C/N), concentraciones de Materia Orgánica (MA), Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Zinc (Zn). Los análisis de macroelementos se realizaron en la Universidad Agraria del Ecuador sede Guayaquil, mientras que los de microelementos se efectuaron en la Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

El análisis microbiológico realizado fue el de la Calidad Microbiológica donde fue empleado el Método de Número más Probable (NMP) para el conteo de Unidades de Coliformes Fecales y *Escherichia coli* (Madigan y Martinko 2006). Análisis que fueron realizados en la Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Resultados y discusión

El comportamiento del pH en la fermentación arrojó diferencias significativas para las variables relacionadas con el estiércol empleado con valores promedios en el caso de la gallinaza de 5,0 mientras que en el estiércol bovino fue de 4,0 acidez producto de la acción fermentativa de los microorganismos para la melaza presente en todos los tratamientos con influencia del contenido ruminal, el cual presenta características de acidez (Figura 1).

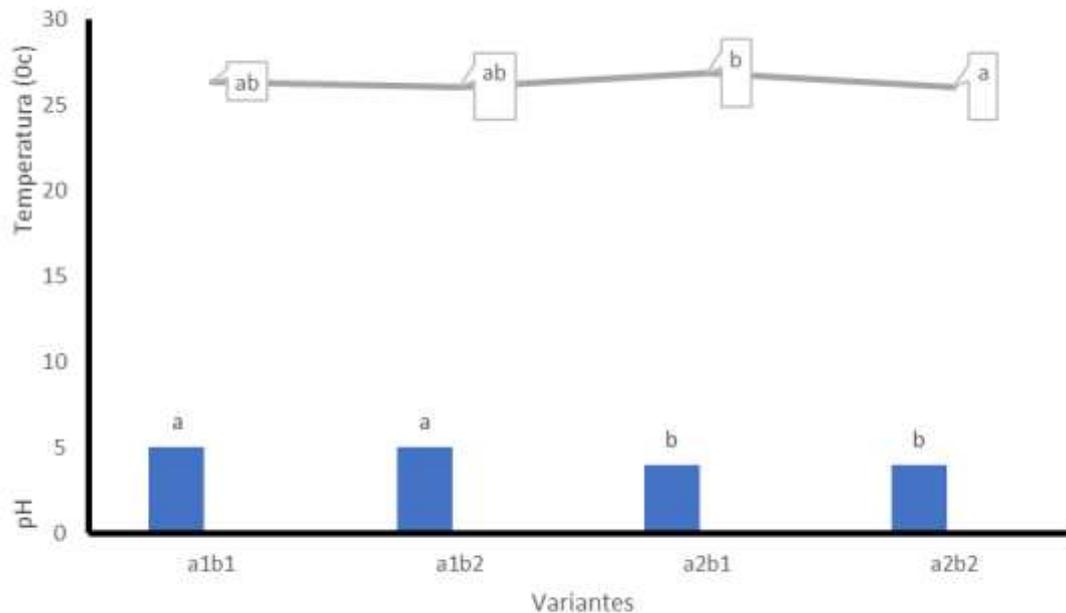


Figura 1. Promedios y resultado del análisis estadístico a los valores de pH y temperatura para cada variable estudiada.

Los valores de pH registrados tanto para los bioles de estiércol vacuno como la gallinaza evidenciaron que el proceso fermentativo ocurrió de forma favorable. Al respecto, Cárdenas *et al.* (2008) señalaron que para que el proceso del biol se desarrolle satisfactoriamente, el pH no debe bajar de 4 ni subir de 8. Estos autores le atribuyen como una de las consecuencias de que se produzca un descenso del pH a valores inferiores a 4 es porque el biogás generado es muy pobre en metano y, por lo tanto, tiene menores cualidades energéticas.

El otro parámetro registrado relacionado con la funcionalidad de la fermentación, fue la temperatura, las cuales oscilaron entre 26,1-26,9°C. con diferencias estadísticas en cuanto al tiempo para las variables relacionadas con el mismo estiércol, el bovino a 45 y 60 días de fermentación; A los 45 días la temperatura promedió un valor de 26,9 y a los 60 días fue de 26,1.

Según Cárdenas *et al.* (2008) la temperatura promedio de los diferentes tratamientos permanece por encima de la temperatura ambiental, registrándose en esta última una temperatura mínima de 16°C y una máxima de 27°C. Se observa que la temperatura se incrementa hasta antes de alcanzar el tiempo de retención hidráulico (30 días), periodo en el cual se va aumentando gradualmente la actividad metanogénica. Con el aumento en el rango de temperaturas se aumenta la velocidad en la producción de biogás.

El resultado del estudio sobre las características organolépticas, en este caso el olor de las muestras a los bioles obtenidos arrojaron diferencias significativas entre los de gallinaza y

bovino (Cuadro 1). El mayor promedio fue la gallinaza a 60 días con un valor de 3,8, la gallinaza a 45 días obtuvo un valor de 3,5, mientras que el estiércol a 45 y 60 días tuvieron un valor de 2,0.

Cuadro 1. Resultado del análisis estadístico sobre el olor a las muestras de bioles.

N	TRATAMIENTO	PROMEDIOS
1	a1b1: Estiércol gallinaza a 45 días	3,5 a
2	a1b2: Estiércol gallinaza a 60 días	3,8 a
3	a2b1: Estiércol bovino a 45 días	2,0 b
4	a2b2: Estiércol bovino a 60 días	2,0 b

Gómez (2010) indicó que al momento de abrir el tanque fermentador no deben existir malos olores, mientras más tiempo se deje fermentar o añejar el biol, este será de mejor calidad y tendrá un olor agradable de fermentación alcohólica; los bioles son de mala calidad cuando tienen olor putrefacto y la espuma que se forma en la superficie es de color muy negro, entonces es preferible descartarlos.

Con respecto al color, como característica física observable, la gallinaza a 45 días y el estiércol a 60 días presentaron un color café claro (1), mientras que la gallinaza a 60 días y el estiércol a 45 días reflejaron un color café oscuro (2).

Según Gómez (2010), durante el proceso de compostaje de los residuos orgánicos tiene lugar un proceso gradual de oscurecimiento del material como consecuencia de la rápida “humificación” de la materia orgánica; el producto final, después de un adecuado período de maduración, debe presentar un color pardo oscuro o casi negro debido a la formación de grupos cromóforos, fundamentalmente de compuestos con dobles enlaces conjugados y a la síntesis de melanoidinas.

En el caso de los parámetros químicos estudiados, el resultado de los análisis realizados a los bioles puede ser observado en el Cuadro 2. Se encontró que no existió diferencia estadística entre los tratamientos en estudio en la variable relación C:N; al respecto, en una investigación realizada por Almansa *et al.* (2007), los autores señalaron la importancia de este factor, el cual está relacionado con la tasa de mineralización del nitrógeno orgánico en suelos abonados con residuos orgánicos, ellos enfatizaron que además del aporte de materia orgánica del estiércol a los suelos, se debe tener en cuenta su contenido en nutrientes.

Cuadro 2. Parámetros químicos de los bioles artesanales estudiados en el experimento.

Parámetro	Variantes			
	a1b1	a1b2	a2b1	a2b2
Relación C/N	19,6 a	20,5 a	32,6 a	23,7 a
MO (%)	5,4 a	5,4 a	4,2 a	4,2 a
N (ppm)	0,3 a	0,3 a	0,1 a	0,1 a
P (ppm)	4182,0 a	2645,0 a	2556,0 b	3350,0 a
K (ppm)	880,0 a	439,0 ab	240,0 b	832,0 a
Ca (ppm)	3459,5 a	3680,0 a	3309,5 a	1994,5 b
Mg (ppm)	1016,5 a	1068,0 a	707,5 ab	367,0 b
Zn (ppm)	14,5 ab	25,0 a	4,50 b	3,0 b

La fuente antes mencionada advierte que tanto el contenido en materia orgánica del estiércol como la estabilidad de ésta, son parámetros importantes a tener en cuenta antes de aplicarlo al suelo, asimismo su aplicación, sin haber adquirido un cierto nivel de estabilidad, puede provocar, entre otros, problemas de inmovilización del nitrógeno.

Espinoza (2004), en un estudio en suelos con y sin cobertura orgánica reportó que la relación C:N fue inversamente proporcional a la cantidad de N del suelo mientras que fue menor en el suelo bajo barbecho y en el suelo donde se utilizaron residuos líquidos, y más alto en suelos con residuos sólidos. Los resultados obtenidos por Almansa *et al.*, (2007), coinciden con la presente investigación, la cual arrojó promedios de materia orgánica estadísticamente similares, en relación al tiempo de fermentación, probablemente debido a que se originaron de la misma fuente y el proceso de transformación exhibió el mismo comportamiento cinético.

Campero (2012), indicó que la composición del biol depende mucho del tipo de residuos que entran al biodigestor y esto determina el tipo de material obtenido para cada caso.

Los promedios de Nitrógeno frente al tiempo de fermentación, no presentaron diferencia estadística, lo cual se debió posiblemente a la baja tasa de mineralización de este elemento el cual se comporta de manera ascendente correlacionada con la temperatura del material en los tanques de fermentación, tal como lo explicó Cabrera (2007), cuando señaló que en algunas investigaciones realizadas en diversos tipos de suelo, comprobaron que la mineralización del N está relacionada con las condiciones ambientales, por lo tanto su disponibilidad puede variar de un suelo a otro o de un sistema a otro.

En cuanto al fósforo (ppm), mostró diferencia estadística, siendo la gallinaza a 45 días superior con 4182,0, mientras que el tratamiento gallinaza a 60 días lo siguió con 2645,0, en cuanto al estiércol a 45 días presento un valor de 2556,0, el tratamiento con estiércol a 60 días fue de 3350,0. Este resultado demuestra una tendencia de incremento de los niveles de P en relación a la composición de cada uno de los materiales empleados (gallinaza y estiércol) lo cual,

según Isaza *et al.* (2009), el aumento gradual de Fósforo durante el proceso de composteo es resultado del efecto de la concentración causada por la biodegradación.

El potasio (ppm) presentó diferencia estadística en los cuatro tratamientos, siendo la gallinaza a 60 días quien obtuvo un promedio de 439,0, seguido de la gallinaza a 45 días con 880,0; en el estiércol a 45 días presentó un promedio de 240,0, en cuanto al estiércol a 60 días presentó un promedio de 832,0. Este resultado apunta a señalar que los tiempos de fermentación indicados muestran mayores márgenes de este elemento en proceso de mineralización que puede ser aprovechado por las plantas de manera eficiente. Según Bernal y Rojas (2014), el potasio varía según los tiempos de fermentación y se ven influenciados por la concentración de la melaza y del contenido ruminal presentes en los tratamientos, lo cual explica los valores obtenidos en la investigación.

El promedio que se obtuvo en el calcio (ppm) mostró diferencia estadística, en cuánto a la gallinaza a 60 días presentó un promedio de 3680,0, la gallinaza a 45 días llegó a 3459,5, el estiércol a 45 días con 3309,5, el estiércol a 60 días obtuvo un promedio menor que los tratamientos anteriores con 1994,5 de promedio.

Al analizar el Mg durante el tiempo de fermentación se encontró que presenta un incremento significativo en la gallinaza a 45 y 60 días, sin embargo, en el estiércol a los 45 días se observó similar comportamiento contrariamente a lo obtenido en el mismo material a 60 días el cual fue significativamente menor a los demás tratamientos. Estos resultados están en concordancia con los obtenidos por Bernal y Rojas (2014), quienes alcanzaron promedios similares en relación a los mismos tiempos de fermentación. Araujo *et al.* (2007), señalaron que la gallinaza contiene altas cantidades de Mg, razón por la cual al final del ensayo, se observa un incremento en las concentraciones de este elemento.

El zinc (ppm) presentó variación estadística, observándose los siguientes promedios: la gallinaza a 60 días con 25,0, la gallinaza a 45 días con 14,5, mientras que el estiércol a 45 días fue de 4,50, en diferencia al estiércol a 60 días fue el más bajo que las anteriores siendo este un 3,0. Estas diferencias estadísticas significativas son atribuidas al contenido de los materiales utilizados en la fermentación, siendo representativos para la gallinaza y relativamente más bajos para el estiércol.

El resultado del análisis microbiológico según el NMP para el caso de Unidades de Coliformes Fecales y *E. coli*, arrojó en la gallinaza y el estiércol bovino a los 60 días promedios de $7,58 \times 10^6$ y $6,6 \times 10^6$, respectivamente (Cuadro 3), valores que sobrepasan los límites máximos permitidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN, 2006). Sin embargo, los tratamientos de ambos estiércoles a 45 días de fermentación tienen valores que no sobrepasan dichos límites.

Cuadro 3. Resultado del análisis microbiológico a las muestras de bioles en estudio.

TRATAMIENTOS	coliformes totales (UFC/100 ml)	<i>E. coli</i>
a1b1: Estiércol gallinaza a 45 días	1' 600.000	0
a1b2: Estiércol bovino a 45 días	1' 900.000	0
a2b1: Estiércol gallinaza 60 días	7' 580.000	0
a2b2: Estiércol bovino a 60 días	6' 600.000	0

Como puede apreciarse no se detectaron concentraciones de *E. coli* en ninguno de los tratamientos estudiados, por lo que se sugiere desde el punto de vista de la salud pública y ambiental, el mejor tratamiento es el de gallinaza a los 45 días.

Conclusiones

- El estiércol de gallinaza a 45 días estuvo entre los mejores tratamientos con respecto al contenido de nutrientes y más inocuo.
- El desarrollo del proceso de fermentación ocurrió favorablemente entre valores promedios de pH de 4,0 y 5,0, así como temperaturas que oscilaron entre 26,1 °C y 26,9 °C.
- Los valores de la relación C/N, así como los porcentajes de Materia Orgánica (MO) y las ppm de Nitrógeno para las cuatro variantes estudiadas, no mostraron diferencias significativas.
- La concentración de Fosforo fue superior en las variables con gallinaza y a los 60 días de fermentación en el caso del estiércol bovino.
- Los valores más altos de Potasio detectados fueron en la gallinaza a los 45 días y el estiércol bovino a los 60 días.
- Los mayores valores obtenidos para los microelementos coinciden para el Calcio y el Magnesio, donde la gallinaza a 45 y 60 días de fermentación, no tienen diferencias significativas; en el caso del estiércol bovino a 45 días el Calcio tampoco se diferencia de dichos valores, mientras que hay similitud para ese mismo tratamiento en el Magnesio.
- El Zinc detectado en la gallinaza a los 60 días fue el mayor valor con diferencias significativas de las variables de estiércol bovino y similitud con la misma gallinaza a los 45 días.

Referencias

Almansa, M. et al. (2007). Velocidad de mineralización del estiércol vacuno según su estabilidad. Residuos Ganaderos. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. Consorci de l'Escola Industrial de Barcelona, UPC.

Aparcana, 2005. Aprovechamiento energético de los residuos de un frigorífico industrial y la biomasa regional en Arequipa, Perú bajo la aplicación de la gestión de flujos de materiales y energía. Trier, Alemania.

Aparcana, R. Sandra y Jansen, Andreas. 2008. "Fermentación Anaeróbica" para producción de Biogás. German ProfEC professional energy and environmental consultancy. 10 pp. Revisado el 10 de marzo 2017: http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf

Araujo, F.O. y Vergara, L.J. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 15): 133-140.

Bernal, D.J.M. y Rojas, R.A.P. (2014). Optimización del proceso de elaboración y el uso de los abonos biofermentados (biol)". Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 239 pp. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5479> Cuenca, Ecuador.

Cabrera, L.M. (2007). Mineralización y nitrificación: Procesos claves en el Ciclo del Nitrogeno. Departamento de Ciencias de Suelos y Cultivos-Instituto de Ecología, Universidad de Georgia, Athens, Georgia, EE.UU. En: Simposio Fertilidad 2007, IPNI Cono Sur/Fertilizar AC Rosario, 10-11 Mayo 2007.

Campero, R. O. (2012). Sistema integral tratamientos de residuos de granja lechera mediante la biodigestión anaeróbica en el Perú. DELOS Revista

Cárdenas, C.J. et al. (2013). Calidad de biogás y biol obtenidos a partir residuos orgánicos domésticos pre-tratados con la técnica del bocashi. Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM. 16 (32): 7-12.

- Carvajal, M.S.J. y Mera, B.C. Adriana. (2010).** Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia*. 5(2):77-96. (Colombia).
- CEMAT (1977).** Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Aplicada. Planta de Biogás a pequeña escala de la India. *Handbook of Appropriate Technology of the Canadian Munger Foundation*. 8 pp. Guatemala.
- Desarrollo Local Sostenible, *Revista Desarrollo Local Sostenible Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global*, 5 (14): 1-9.
- Espinoza, Y. (2004).** Calidad de la materia orgánica bajo diferentes prácticas de manejo en un suelo ácido tropical. » *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 21: 126-140.
- Feicán, M.C. (2011).** Manual de Producción de Abonos Orgánicos. Estación Experimental del Austro. Manual No. 89. Cuenca, Ecuador. INIAP. 21 pp.
- Gómez, C. Carolina. (2010).** Caracterización bioquímica y biológica de cinco tipos de compost producidos por agroindustrias en el Estado de Lara. Trabajo que se presenta como requisito para optar al Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado" Decanato de Agronomía, Programa Ingeniería Agroindustrial, Barquisimeto, Venezuela. 127 pp.
- INEN (2006).** AGUA POTABLE. REQUISITOS. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108: 2006, Segunda Revisión, 2006-03, 10 pp.
- Isaza, A. et al. (2009).** Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Universidad y ciencia*, 25(3), 233-243.
- Madigan, M T y Martinko, J M. (2006).** *Biology of Microorganisms*. Brock. 11a ed. 935-936 pp.
- Medrano, C. (2015).** Comunicación personal. Datos meteorológicos. In Medrano, Carlos Medrano, observador meteorológico de la estación meteorológica Milagro- Ingenio Valdes. Milagro.
- Mosquera, B. (2010).** Abonos orgánicos protegen al suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. FONAG-USAID, Cooperación # 518-A-00-07-00056-00. 24 pp.
- Salaya, D.J. (2010).** Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Postgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Posgraduados. Institución de Enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Tabasco, México. 101 pp.