



Forum

RESIDUOS ORGÁNICOS DE SISTEMAS PECUARIOS: PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y DERIVADOS¹

[ORGANIC WASTE FROM LIVESTOCK SYSTEMS: PRODUCTION OF BIOGAS AND DERIVATIVES]

Muñoz-Espinoza M^{1,3*}, Barros-Rodríguez M¹, Curay-Quispe S^{1,3}, Valencia-Nuñez R², Carrasco-Silva A³ and Mayorga-Paredes S¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Sector el Tambo-La Universidad, vía a Quero, 1801334, Cevallos, Ecuador

Email: mmunoz@uta.edu.ec

²Facultad de Contabilidad y Auditoría, Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Ambato, Tungurahua, Ecuador

³Escuela de Postgrados, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II Ciudadela Universitaria, Trujillo, Perú

*Corresponding author

SUMMARY

The objective of this literature review is to evaluate the viability of organic waste from livestock systems with potential for the production of biogas and derivatives. The increase of the world population brings as consequence the imperative need to produce more food. And with it, the increase in livestock production itself that generates excreta that bring with it problems in both human and animal health, pollution to water tributaries and greenhouse gases. The proper treatment of these excreta in biodigesters can recycle nutrients (biol and biosol) and generate energy in the form of methane, promoting the sustainable development of producers and reducing the environmental impact.

Keywords: biodigester; biol; biosol; energy; excreta

RESUMEN

La presente revisión de literatura tiene como objetivo evaluar la viabilidad de los residuos orgánicos de sistemas pecuarios con potencial para la producción de biogás y derivados. El incremento de la población mundial trae como consecuencia la imperativa necesidad de producir más alimento. Y con ello, el aumento en la producción ganadera misma que genera excretas que traen consigo problemas tanto en la salud humana y animal, contaminación a los afluentes de agua y gases de efecto invernadero. El tratamiento adecuado de estas excretas en biodigestores puede reciclar nutrientes (biol y biosol) y generar energía en forma de metano, promoviendo el desarrollo sustentable de los productores y disminución del impacto ambiental.

Palabras clave: biodigestor; biol; biosol; energía; excretas.

¹ Submitted July 07, 2017 – Accepted November 09, 2017. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria es la principal fuente de contaminación del medio ambiente, debido a que la población de animales de granja cada día va en aumento (Pérez Espejo, 2008). Como consecuencia del incremento de la producción ganadera, aumenta la generación de excretas (Pinos-Rodríguez et al., 2012), que al no ser aprovechadas generan contaminación ambiental debido a las emisiones de metano, dióxido de carbono, óxido nitroso, mismos que contribuyen en mayor cantidad al efecto invernadero del planeta (Gutiérrez and Medrano, 2017; Acevedo et al., 2017) ya que alrededor del 9 % de CO₂ y el 35 a 40 % de las emisiones de metano antropogénicas globales provienen del sector pecuario (Steinfeld et al., 2009).

Como alternativa para remediar los efectos de contaminación que producen estas excretas se las está incorporando en fermentadores (biodigestores) para aprovecharlas como fuente de energía y biofertilizante (Severiche Sierra and Acevedo Barrios, 2013; Alonso-Estrada et al., 2014). La utilización de la energía renovable producida a partir de las excretas del sector pecuario ha tenido una aceptación a nivel mundial (FAO, 2011). En países en vías de desarrollo esta fuente de energía renovable incrementa el desarrollo sustentable en las comunidades indígenas y rurales minimizando el impacto ambiental debido a la reducción de la tala de árboles que son utilizados como leña (Phanthavongs et al., 2011). El presente estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad de los residuos orgánicos de sistemas pecuarios con potencial para la producción de biogás y derivados.

Residuos orgánicos como energía

Con el transcurso del tiempo el incremento de desechos de la producción pecuaria está generando problemas de orden sanitario causando daños a la salud, debido a las sustancias nocivas presentes en los residuos (Steinfeld, 2006). El impacto ambiental presente en estas acciones son preocupantes, debido a las emisiones de olores, gases de efecto invernadero y contaminación que producen a los afluentes de agua (Cervi et al., 2011; Nuñez Bosch, 2016; Jiménez, 2016).

Cuando el manejo de estos desechos es aprovechado de forma eficiente, puede ser empleado con fines energéticos, convirtiéndose así en un medio de disminución de la contaminación ambiental, además, tiene bajo costo como materia prima, posee potencial de generación de energía, disminución de la contaminación y la sobre explotación de los recursos naturales (Dinza Tejera et al., 2015).

Sectores económicos y energéticos de todo el mundo están concentrándose en la producción de

biocombustibles, ya que la demanda de energía y la disminución de los recursos naturales hace que esta sea una prioridad para satisfacer las necesidades de la población y disminuir la contaminación ambiental. Para generar energía, una de las opciones es la producción de biogás por medio del metano que se obtiene tras fermentación y descomposición de la materia orgánica a partir de las excretas, y este a su vez es capturado en un contenedor que puede ser utilizado como combustible (Varnero et al., 2012; Souza and Schaeffern, 2013).

El crecimiento actual de la bioenergía en el mundo es de alrededor del 8%, países como Alemania, Japón, China, Inglaterra, Italia y Reino Unido están a la vanguardia en la producción (REN21, 2016) con alrededor de 7928.1 ktep/año (Raboni and Urbini, 2014). El país que más ha valorado el uso de biometano ha sido Alemania con un 7.2 TWh en 2013. Suecia utiliza el 97 % de biometano como combustible para vehículos y China casi el 100 % de esta energía está usada para fines domésticos (Scholwin et al., 2017). En América Latina, México es uno de los países que usa biogás como fuente de energía eléctrica, tanto es así, que entre el año 2005 y 2015 pasó de generar 19.3 MW a 80.8 MW en 70 centrales de generación de energía por medio de biogás (SENER, 2015).

Biodigestores

Un biodigestor es un receptáculo cerrado, el cual puede ser construido de geomembrana de PVC, polietileno, concreto, plástico, acero, entre otros materiales, se compone por una válvula de entrada en donde se introduce la materia orgánica (desechos agropecuarios con agua), una válvula de salida del biogás producido y una válvula de salida de los efluentes procesados por medio de digestión anaerobia, sean líquidos o sólidos. Existen diferentes tipos de biodigestores los cuales son usados de acuerdo a las necesidades, estos pueden ser biodigestores de biobolsa (PVC, polietileno), cúpula móvil (hindú), cúpula fija (chino), batch, entre otros (Martí Herrero, 2013; Oviedo Salazar et al., 2015).

Existen parámetros ambientales y operacionales del proceso, muy importantes a tomar en cuenta en los biodigestores: temperatura, concentración de sólidos, pH, mezclado homogéneo, tiempo, ácidos volátiles, alcalinidad, diseño del estaque de biodigestión, carga volumétrica y tiempo hidráulico de retención (Padilla Sevillano and Rivero Méndez, 2016). Ya que de esto dependerá la calidad de biogás y biofertilizante producido. En este sentido, es necesario indicar que para producir metano, la temperatura ideal es de 35 °C, en esta temperatura las bacterias mesófilas empiezan a activarse (Gerardi, 2003), así como la proporción estiércol:agua (Martí Herrero, 2008). El

uso de los biodigestores se los puede hacer en granjas sostenibles, las cuales contribuyen a mejorar el medio ambiente utilizando los residuos pecuarios para producir metano y biol (Muñoz-Espinoza et al., 2016).

Producción de biogás

El biogás es el producto de la fermentación anaerobia de los desechos pecuarios, esta se compone de tres fases que son; hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis. En la hidrólisis se da la solubilización de los compuestos orgánicos complejos, en la acidogénesis se forman de ácidos y por último en la metanogénesis se produce metano (Gerardi, 2003). Es importante destacar que de los numerosos gases que se produce, el metano y dióxido se encuentran en mayor porcentaje (60 y 35 % respectivamente) (Gerardi, 2003). Como alternativa para incrementar la producción de metano en el biodigestor se ha incorporado residuos de la agricultura (Rodríguez Valencia y Zambrano Franco, 2010), como por ejemplo paja de arroz, paja de trigo, tallo de maíz, ensilaje de pasto, hojarasca de maíz, remolacha azucarera, melaza de remolacha, residuos de yuca, residuos de frutas y hortalizas que, al mezclarlo con estiércol animal, producirá mayor cantidad de metano. En este sentido (González and Jurado, 2017) obtuvieron hasta 12,59 L CH₄/kg por día cuando mezclaron excremento de vaca con paja de maíz en relación 10:3. (Castillo y Tito, 2011) mencionan que al combinar estiércol de cuy con rastrojos de alimento vegetal del mismo animal (césped y agua) han llegado a producir 472 litros de gas en un lapso de 7 meses y 19 días.

Otros autores siguieron la utilización de glicerina cruda (20 %) (gran fuente de carbono) ya que al mezclarla con orujo de uva como sustrato y líquido ruminal (70 %) se obtuvo una producción de 0,0073 litros de gas por gramo sólido volátil (Indiveri et al., 2011). La adición de semillas de *Canavalis ensiformis* en un biodigestor con estiércol de ganado en relación 1:3 puede incrementar la producción de biogás, por ejemplo en una tonelada de semillas se puede obtener 300 m³ de metano (Brito Sauvanell, 2012). Las pulpas de frutas también pueden ser propulsores de mayor producción de biogás al mezclarlas con estiércol de ganado vacuno (Inthapanya et al., 2013). En este sentido, (Stronguilo Leturia and Chacón Febres, 2015) mencionan que la relación C/N que muestra el estiércol de Vaca y Oveja es la más conveniente, ya que esta relación es un indicador para la producción de biogás de mejor calidad.

Uso de los efluentes de la producción de biogás

Al producir biogás se obtiene residuos líquidos y sólidos los cuales son utilizados como fertilizantes

amigables con la naturaleza (Viera Fernández et al., 2015). El biol es un efluente líquido que se obtiene luego de proceso de digestión anaeróbica en biodigestores, este tipo de efluente se lo puede utilizar como abono orgánico en el campo agrícola (Viera Fernández et al., 2015). En este sentido, al incorporar biol en cultivo de *Tithona diversifolia* se incrementó en contenido de nitrógeno en la planta (Thu Hong and Preston, 2013). Del mismo modo, al mezclar 75 % biol y 25 % agua se mejoró la germinación y el crecimiento de las plántulas de rábano (Viera Fernández et al., 2015). El biol que proviene de digestores con excretas de cerdo (200 kg/día), produce efluentes líquidos (0,405 m³/día) que permite fertilizar 600 m² de tierras (Nuñez Bosch, 2016).

El Biosol son los residuos sólidos similar al compost que se obtiene luego de la biodigestión anaeróbica y estos a su vez se los puede utilizar como biofertilizante, aunque el porcentaje que se obtiene es mucho menos comparado con el biol (Campero Rivero, 2012; Núñez Camargo, 2012).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el tratamiento responsable de los desechos orgánicos provenientes de la producción ganadera permite generar energía y biofertilizante a través de biodigestores lo cual podría maximizar el desarrollo sustentable de los productores y mitigar el impacto ambiental.

REFERENCIAS

- Alonso-Estrada, D., Díaz-Capdesuñer, Y.M., Sosa-Cáceres, R., Angulo-Zamora, Y. 2014. Tratamiento de residuales porcinos para la producción de biogás. ICIDCA. 48(3): 16–21.
- Brito Sauvanell, Angel L. 2012. Utilización de las Semillas de la *Canavalia ensiformis* para la producción de biogás. Una alternativa energética en las comunidades rurales.
- Campero Rivero, O. 2012. Sistema Integral Tratamiento de Residuos de Granja Lechera Mediante la Biodigestion Anaerobia en el PERU. Revista Desarrollo Local Sostenible Grupo Eumed.net Y Red Académica Iberoamericana Local Global, 5, 1–9.
- Castillo, D., Tito, C. 2011. Obtención de Biogás a partir de Excremento de Cuy en condiciones ambientales de Tacna Perú. Ciencia Y Desarrollo. 13: 84–91.

- Cervi, R.G., Esperancini, M.S.T., Bueno, O. de C. 2011. Viabilidad Económica de la Utilización de Biogás para la Conversión en Energía Eléctrica. *Información Tecnológica*, 22(4), 3–14.
- Dinza Tejera, D., Amado Recio Recio, A., Pacheco Torres, L., Martínez Salazar, J. 2015. Aprovechamiento energético del biogás a partir de los residuales de la Empresa Refinadora de Aceite de Santiago de Cuba “ERASOL. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 46.
- FAO. 2011. Manual de Biogás. (Disponible en línea) <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Gerardi, M.H. 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters* (John Wiley). New Jersey. <https://doi.org/10.1002/0471468967>.
- González, E.T., Jurado, P.C. 2017. Sustratos y producción de biogás en biodigestores . Una revisión sistemática. *Ingeciencia*, 2(1), 44–64.
- Gutierrez, V., Medrano, N. 2017. Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija. *Rev. Vent. Cient.* 8: 13-19.
- Indiveri, M.E., Pérez, P.S., Van Stralen, N., Oliva, A., Núñez Mc Leod, J., Llamas, S. 2011. Utilización de glicerina residual de producción de biodiesel como cosustrato para la producción de biogás. In IV Congreso Nacional y Tercer Congreso Iberoamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía, HYFUSEN 2011. (disponible en línea). http://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/images/2011/hyfusen_2011/trabajos/12-094.pdf
- Inthapanya, S., Chathaokolor, D., Phongpanith, S., Leng, R.A., Preston, T.R. 2013. Fermentation of fruit waste in an anaerobic batch digester. *Livestock Research for Rural Development*, 25(9).
- Jiménez Lira, G.K. 2016. Análisis de la Eficiencia de la Combustión de Biogás en un Quemador Boliviano. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 3: 94.
- Martí Herrero, J. 2008. *Biodigestores Familiares. Guía de diseño y manual de instalación*. La Paz.
- Martí Herrero, J. 2013. Desarrollo, difusión e implementación de tecnologías apropiadas en el área rural: Biodigestores en Bolivia. *Elva Pacheco Llanos. Bolivia*. p 84
- Muñoz-Espinoza, M., Artieda-Rojas, J., Espinoza-Vaca, S., Curay-Quispe, S., Pérez-Salinas, M., Núñez-Torres, O., Mera-Andrade, R., Zurita-Vásquez, H., Velástegui-Espín, G., Pomboza-Tamaquiza, P., Carrasco-Silva, A., Barros-Rodríguez, M. 2016. Granjas Sostenibles: Integración de Sistemas Agropecuarios. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 19(2): 93-99.
- Núñez Bosch, O.M. 2016. Diseño y construcción de un digestor para la generación de biogás y fertilizante orgánico. *Centro Azúcar*, 43(2), 35–42.
- Núñez Camargo, D.W. 2012. Uso de residuos agrícolas para la producción de biocombustibles en el departamento del meta. *Tecnura*, 16(34), 142–156. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2012.4.a10>.
- Oviedo-Salazar, J.L., Badii, M.H., Guillen, A., Serrato, O.L. 2015. Historia y Uso de Energías Renovables History and Use of Renewable Energies. *Daena Int. J. Good Conscience*, 10(1), 1-18.
- Padilla, A., Rivero, J. 2017. Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos recolectados del Complejo Arqueológico Huaca de la Luna. *Revista Ciencia Y Tecnología*, 12(1), 29-43.
- Pérez Espejo, R. 2008. Testimonio: El Lado Oscuro de la Ganadería. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 39(154), 217–227.
- Phanthavongs, S., Pearce, M., Saikia, U. 2011. Changing waste into an asset: Pig biogas in Lao PDR. *Livestock Research for Rural Development*, 23(10).
- Pinos-Rodríguez, J.M., García-López, J.C., Peña-Avelino, L.Y., Rendón-Huerta, J.A., González-González, C., Tristán-Patiño, F. 2012. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359–370. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Raboni, M., Urbini, G. 2014. Production and use of biogas in Europe: a survey of current status and perspectives. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 9(2), 191–202.
- REN21. 2016. *Renewables 2016 Global Status Report*. Paris.
- Rodríguez Valencia, N., Zambrano Franco, D.A. 2010. Los Subproductos del Café: Fuente de Energía Renovable. 1–8.
- Scholwin, F., Grope, J., Clinkscates, A., Boshell, F., Saygin, D., Salgado, A., Seleem, A. 2017. *Biogas for Road Vehicles Technolugu Brief*. IREA International Renewable Energy Agency.
- SENER. 2015. *Prospectiva de Energías Renovables 2015-2029*.
- Severiche Sierra, C.A., Acevedo Barrios, R.L. 2013. Investigación Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 28, 6–15.
- Souza, J., Schaeffern, L. 2013. Sistema de Compresión de Biogas y Biometano. *Información Tecnológica*. 24(6): 3–4.
- Steinfeld, H., 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations., & Livestock. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C. 2009. *La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones*. Environmental Modeling and Assessment (Vol. 14). Roma: FAO. <https://doi.org/10.1007/s10666-008-9149-3>
- Stronguilo Leturia, M.L., Chacón Febres, L.M. 2015. Caracterización de biomasa residual de la región Arequipa para la producción de biocombustibles. *Enfoque UTE*. 6(4): 42–54.
- Thu Hong, N.T., Preston, T.R. 2013. Effect of biodigester effluent on the biomass production of tithonia diversifolia and the use of the foliage as the basal diet for goats. *Livestock Research for Rural Development*, 25(1).
- Varnero, M.T., Carú, M., Galleguillos, K., Achondo, P. 2012. Tecnologías disponibles para la Purificación de Biogás usado en la Generación Eléctrica. *Información Tecnológica*. 23(2): 31–40.
- Viera Fernández, M.B., Stobbia, D.A., Ledesma, A. 2015. Producción de Biofertilizante (biol) a Partir del Efluente de Biodigestión para Mejorar la Emergencia y Crecimiento de Plántulas de Interés Agronómicos. (Disponible en línea) http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6b/6/viera_fernandez_et_al_academic.pdf