

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Revisión de la eficiencia de biodigestores para la producción
de biogás con excremento vacuno**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Por:

Ruth Elisa Alcalde Delgado
Ana Maritza Cubas Avellaneda

Asesor:

Ing. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, agosto de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, *Carmelino Almestar Villegas*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “REVISIÓN DE LA EFICIENCIA DE BIODIGESTORES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON EXCREMENTO VACUNO” constituye la memoria que presentan los Bachilleres Ruth Elisa Alcalde Delgado, Ana Maritza Cubas Avellaneda; para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 11 días del mes de agosto del año 2020.



Asesor

Ing. Carmelino Almestar Villegas

Revisión de la eficiencia de biodigestores para la producción de biogás con excremento vacuno

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Ing. Carmelino Almestar Villegas

Presidente



Mg. Kátterin Jina Luz Pinedo Gómez

Secretario



Mg. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Vocal



Ing. Carmelino Almestar Villegas

Asesor

Tarapoto, agosto de 2020

RESUMEN

El artículo trata de la eficiencia de biodigestores para la producción de biogás con excremento vacuno teniendo en cuenta que la cantidad de estiércol producido por ganado al no tener tratamiento adecuado para su disposición final; es un foco infeccioso prejudicial para la comunidad y es importante tener un manejo adecuado para el aprovechamiento de excretas y el cuidado del medio ambiente. Para elaborar el artículo se recurrió a bases de datos como REDALIC, SCIENCE DIRECT, Repositorios de la UPeU, Católica del Perú y la Universidad Nacional del centro del Perú, luego se seleccionó artículos en idiomas español e inglés. La muestra de cabeza de ganados es 450 indicando que, por cada 100kg, estas producían 6,750 kg de excremento por día, y una vez implementada el biodigestor discontinuo, su producción fue de 4.05 m³/kg de biogás, seguido de 450 L/día de biol y finalmente 6750 kg/día de abono de la investigación Sánchez (2017), fue en base al sistema de biodigestor semicontinuo por lo que, la muestra de cabeza de ganados para este también fue de 450 indicando que, por cada 100kg, estas producían 12,150 kg de excremento por día, y una vez implementada el biodigestor semicontinuo, su producción fue de 13.16 m³/kg de biogás, seguido de 500 L/día de biol y finalmente 6900 kg/día de abono según la investigación Pautrat (2010).

Palabras claves: Biodigestores, biogás, excremento vacuno

ABSTRACT

The article deals with livestock manure produced in two different areas; This turns out to be a harmful infectious focus for the health of people by not having an adequate treatment, so it is important to give it the necessary use and contribute to caring for the environment. To prepare the article, databases such as REDALIC, SCIEDIRECT, UPeU Repositories, Catholic of Peru and the National University of central Peru were used; Articles in Spanish and English were selected. Sánchez (2017) used a 60-liter reactor, filling only 45 liters and 15 empty liters of manure mixture for the generation of biogas, with a retention time of 26 days at a T ° of 20 ° C. Instead, Pautrat (2010) used a 90-liter reactor, filling the manure mixture with only 60 liters and 30 empty liters for the generation of biogas, the retention time was 27 days at a T ° of 20.5 ° C. The results obtained were that Pautrat (2010) had the highest efficiency in biogas production with 0.186 L / kg of manure, while Sánchez (2017) obtained a lower biogas production of 0.150 L / kg of manure.

Keywords: Biodigesters, biogas, cattle excrement.

1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas el uso de los combustibles fósiles ha incrementado significativamente la emisión de gases el cual genera el efecto invernadero. Por otra parte, millones de toneladas de desechos orgánicos biodegradables son generados cada año por los sectores agropecuarios en todo el mundo, de los cuales un gran porcentaje son finalmente dispuestos en rellenos sanitarios sin darle un tratamiento adecuado (Cendales, 2011).

En los países de China e India desde el siglo pasado se vienen implementando los procesos fermentativos para producir el biogás y tratar ecológicamente los excretos de animales dentro de biodigestores. La utilización de microorganismos en ausencia de oxígeno, denominada digestión anaerobia es utilizada para estabilizar la materia orgánica por conversión a metano y otros productos inorgánicos, incluido dióxido de carbono, de esta manera están tratando problemas evidentes que afectan el medio ambiente (Cárdenas, 2012).

En nuestro país el Ministerio de Agricultura del Perú (MINAGRI), viene impulsando la producción y el uso de los biodigestores para tratar excretas de animales y convertirlos en biogás , así como aplicación de políticas destinadas a establecer estrategias de promoción a nivel nacional para mejorar la calidad de vida del agricultor rural y la competitividad del agro y de esta manera contribuir al cuidado del medio ambiente desde el ámbito de la agricultura (Dgca, 2015).

Dentro de las ventajas para la utilización de los residuos orgánicos (Toro, 2010) opina “que son una fuente de energía limpia y con pocos residuos que además son biodegradable y también se produce de forma continua como consecuencia de la actividad humana”. En tanto (RÍOS, 2010) acota que “los inconvenientes que se tiene al utilizar los residuos orgánicos son que se necesitan grandes cantidades de plantas y, por lo tanto, terreno”

La investigación realizada tiene incidencia ambiental, de salud, energía y económica ya que el tratamiento que se realiza es una solución factible que compete netamente al tema ambiental y de salud, el generar un producto de un “desecho” es fundamental ya que permitirá a las personas de las zonas rurales puedan generar soluciones a los problemas de los vectores de enfermedades y a la dispersión de residuos sólidos que afectan constantemente la salud de las personas. Por ello se realizó un análisis del sistema de biodigestor tubular de (Víctor Martín Sánchez Sánchez e José Antonio Pautar Guerra); además, realizaremos un análisis del diseño que han utilizado en las investigaciones de Pautrat (2010) y Sánchez (2017), y por último vamos a comparar la eficiencia del diseño de cada investigación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizó el método comparativo, que según Sampieri (2017) indica que este se usa para comparar dos o más fenómenos y establecer sus similitudes como diferencias. En base a ello se comparó las investigaciones hechas por Sánchez (2017) y Pautrat (2010), con el objeto de determinar que diseño de biodigestor es el más eficiente en la producción de biogás con excremento vacuno; por lo que el procedimiento es el siguiente:

Revisión bibliográfica: La recopilación de información se realizó partir de libros, Revistas, Tesis y artículos científicos con la finalidad de establecer una base informática con temas relacionados a la “Eficiencia de diseños de biodigestores para la producción de biogás con excremento vacuno”.

Revisión de información de las dos tesis a comparar.

Elaboración de fichas de recolección de datos.

Análisis e interpretación de los resultados en las 02 tesis utilizadas para la investigación descriptiva.

Elaboración del artículo científico.

3. RESULTADOS

3.1. COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE LOS AUTORES

Según el diseño de Sánchez (2017) el reactor que empleo fue de 60 litros, llenando de la mezcla de residuo orgánico solo hasta los 45 litros (75 %) y 15 litros (25 %) vacíos para la generación de biogás, con un tiempo de retención de 26 días y temperatura de 20 °C. En cambio, de acuerdo con Pautrat (2010) el reactor que empleo fue de 90 litros, llenando la mezcla de residuos orgánico sola hasta los 60 litros (66.7 %) y 30 litros (33.3 %) vacío para la generación de biogás, el tiempo de retención fue de 27 días y una temperatura de 20.5 °C; cabe recalcar que se cabo un afosa don dimensión de (5.10 m, 0.85 m y 1.10 m), seguido de una estructura del invernadero con dimensiones de (0.80 cm, 0.80 cm y 5.15 m).

3.2. EFICIENCIA DE BIODIGESTOR

En la figura 1 se muestra la eficiencia en la generación de biogás a partir de estiércol de ganado, mediante biodigestores. Se observa que Pautrat (2010) obtuvo una mayor eficiencia en la producción de biogás (0.186 L por cada kg. de estiércol), mientras que Sánchez (2017) obtuvo una producción de biogás de 0.150 L/kg de estiércol.

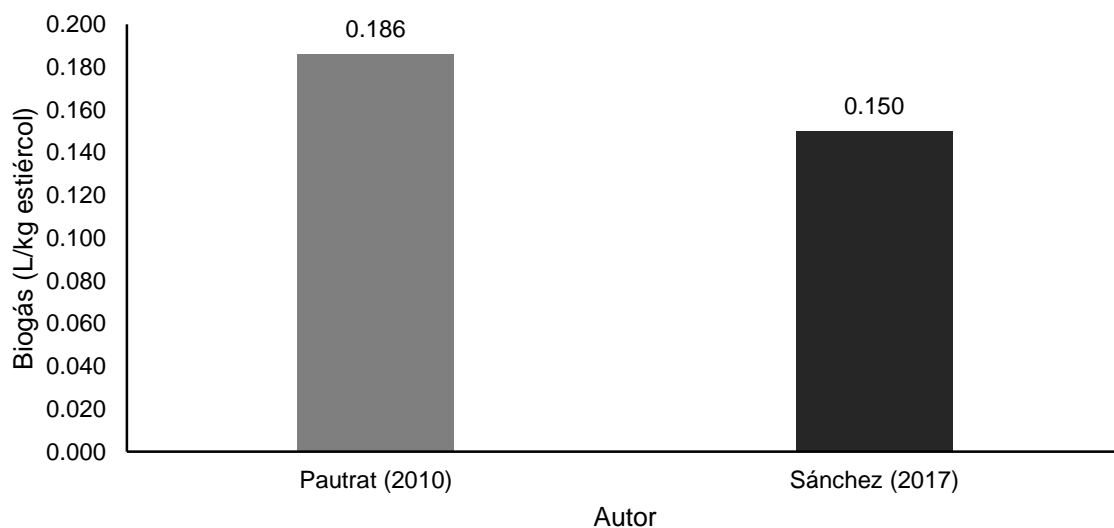


Fig. 1. Eficiencia en la generación de biogás

Fuente: Adaptado de Pautrat (2010) y Sánchez (2017)

4. DISCUSIÓN

La demanda mundial de energía está creciendo rápidamente debido a los avances tecnológicos, esto está ocasionando la escasez de los fósiles causando efectos ambientales negativos que necesitan ser tratados con energías amigables con el medio ambiente y así tratar de reducir el uso de energía fósil. Alternativamente, se deben aumentar las fuentes de energía renovable que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales una de ellas es el biogás que en algunos países su aplicación está siendo muy útil para tratar residuos biodegradables. (Zareei, 2017)

(Jafari, 2019) menciona que la cantidad de metano producido por estiércol de ganado genera potencialmente el calentamiento global, mientras que (Kheirrouz, 2015) encontró que el crecimiento de la población y el avance tecnológico consumen más niveles de energía; lo cual está generando muchos problemas como el agotamiento de los recursos de combustibles fósiles y contaminación ambiental.

La producción de biogás a partir de estiércol de desechos de ganado, es una de las alternativas de reutilización de desechos orgánicos que se ha implementado en Indonesia, que es un país del Sudeste Asiático ya que existe un enorme potencial de bioenergía en Indonesia. Utilizando estiércol de vaca como materia prima para producir biogás y lo combinan con un fluido de rumen de vaca y agua. (Putri, 2012)

El biogás se compone principalmente de metano y dióxido de carbono. Es una de las tecnologías de más fácil implementación, sobre todo en sectores rurales. Su potencial desarrollo, no solo considerando la producción de biogás, sino que como ayuda a la obtención de biofertilizante y tratamiento de problemas sanitarios en algunos casos, su planta de producción se adapta al nivel de tecnología y es un sistema de no demanda de mucha

inversión, es apropiado para agricultores de países en desarrollo. Puede ser producida por bacterias que descomponen la materia orgánica. en condiciones anaerobias Materiales orgánicos como animales, humanos. y los desechos vegetales son biodegradables y algunas partes de ellos pueden ser fermentado en condiciones especiales sin oxígeno y puede ser convertido en biogás. Casi cualquier materia orgánica húmeda es adecuada para fermentación o digestión anaerobia. En general, desechos del ganado. (desechos de estiércol y forraje), desechos de plantas (paja y forraje). (L.Moreda, 2016)

Una de las fuentes de energía renovables es el biogás. Estos gases se derivan de una amplia gama de desechos orgánicos como desechos de biomasa, desechos humanos, desechos animales a través del proceso de digestión anaeróbica y pueden usarse como energía. La producción de biogás a partir de estiércol animal, especialmente la vaca, es muy potencial y tiene ventajas, la energía derivada de ella es muy respetuosa con el medio ambiente, ya que además de utilizar los desechos del ganado, el proceso (suspensión de biogás) puede usarse como fertilizante orgánico que es rico en los elementos requeridos por las plantas. (Khasristya, 2004)

La alta dependencia humana en el combustible fósil de vez en cuando, conduce al aumento del precio del petróleo crudo y aumenta rápidamente. Es una carga enorme para los países importadores de petróleo como Indonesia. En Indonesia, el petróleo y el gas siguen siendo la principal fuente de energía. La continuidad en el consumo de combustibles fósiles conducirá a la disminución de las reservas de petróleo. En base a eso, se necesita energía renovable. (Ginting, 2007)

La participación de las emisiones de metano del sector agrícola en Bulgaria ocupa el 18% y el estiércol animal almacenado es su mayor fuente. El uso de estiércol animal para la producción del biogás podría reducir estas emisiones. El mercado de biogás en Bulgaria aún no está bien desarrollado, Pero el potencial de la biomasa para la producción de biogás es

prometedor. Residuos y desperdicios de la producción animal y los residuos de cultivos son importantes fuentes de energía renovable para Bulgaria como materia prima para la producción de biogás. (Zahariev, 2013)

La demanda mundial de energía ha aumentado constantemente en las últimas décadas debido al rápido crecimiento de población, industrialización y mejora de la tecnología. La seguridad energética, el crecimiento económico, la protección del medio ambiente son los principales impulsores de las políticas energéticas nacionales en cualquier país del mundo de hoy para lograr el desarrollo sostenible. Las emisiones antropogénicas provocan una contaminación ambiental que conduce al cambio climático. Para reducir los efectos adversos de la combustión de combustibles fósiles, la integración de los sistemas de energía renovable ha aumentado tanto en número como en capacidad. La biomasa es una de las alternativas prometedoras de las energías renovables para satisfacer la demanda energética futura y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. (Akyürek, 2018)

El uso de estiércol animal para la producción de biogás tiene un impacto ambiental positivo debido a reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄): la causa del calentamiento global Según la Agencia Ejecutiva del Medio Ambiente, la proporción de emisiones de metano, emitido por el sector agrícola en Bulgaria, ocupa el 18%. Situación actual con La creciente demanda de energía a escala mundial también estimula el procesamiento del estiércol animal para la producción de biogás. El objetivo energético nacional de Bulgaria para 2020 supone la participación de la energía de fuentes renovables en el consumo final bruto de energías para alcanzar el 16%. Así La producción y el mayor uso de biogás serán necesarios para alcanzar este objetivo nacional. La producción de biogás a partir de estiércol animal en Bulgaria aún no se ha desarrollado debido al alto inicio inversiones; a pesar de que existe un alto potencial para su futura implementación. (Clemens J, 2006) . (Weiland, 2010)El recientemente introdujo la Ley de fuentes de energía renovables y alternativas y biocombustibles con muy buena las tarifas de alimentación (que oscilan entre

433 y 119 BGN por kWh) han generado un mayor interés a la construcción de plantas de biogás en el último tiempo.

Recientemente, se ha desarrollado un interés considerable con respecto al uso de estiércol como fuente alternativa renovable de energía. Esto se debe a las continuas preocupaciones económicas y ambientales que enfrentan los agricultores y los gobiernos. Gestionado incorrectamente los desechos animales pueden tener efectos severos para el medio ambiente tales como problemas de olor, atracción de insectos, roedores y otras plagas, liberación de patógenos animales, contaminación de la superficie y aguas subterráneas, deterioro de la estructura biológica de la tierra, y derrames catastróficos. (Nasir, 2012) Se considera la digestión anaerobia (EA) como uno de los procesos más importantes y ventajosos en tratamiento de residuos de estiércol. Representa la posibilidad de reducir el riesgo ambiental, al mismo tiempo proporcionando biogás para las necesidades energéticas locales. El biogás es uno de los Recursos energéticos de biomasa derivados de la materia orgánica durante el proceso de AD. El biogás comprende principalmente metano y dióxido de carbono. El contenido de metano en el biogás le permite. (Karim, 2007)

Hay varios tipos de reactores en uso hoy en día, y cada uno el diseño está relacionado con la calidad de la materia prima a digerir, con factores de inversión de capital y con la función principal de digestión. Los diferentes grupos de diseños de reactores. Comúnmente utilizados para la AD de residuos de estiércol de ganado son lotes, reactores continuos de una etapa y continuos de dos etapas, reactor tubular, reactor por lotes de secuenciación anaeróbica (ASBR), filtros anaeróbicos (AF) y el reactor de flujo de tapón (PFR). Lote Los reactores son los más simples. Estos se llenan con la materia prima; mientras la reacción se lleva a cabo y nada más es introducido o retirado hasta que se realiza la reacción. Además, parte del digestivo puede reutilizarse en el siguiente lote como resultado de la final El tiempo de retención en el sistema es mucho más largo que la digestión. (Massé, 2003)

Crecimiento continuo de la demanda energética mundial, agotamiento de los recursos fósiles y cambio climático. Las preocupaciones asociadas con la combustión de combustibles fósiles han aumentado la motivación para la utilización de Fuentes de energía renovable. La utilización de fuentes renovables es vital en Turquía como país depende en gran medida de la energía importada. El biogás es un recurso de energía renovable producido a partir de descomposición de residuos orgánicos en condiciones anaeróbicas. (Lyytimäki, 2018)

La producción de biogás por con digestión de estiércol de ganado con glicerina cruda obtenida de la producción de biodiesel se estudió después del pretratamiento del estiércol de ganado o mezclas de estiércol de ganado con diferentes cantidades de glicerina añadida con ultrasonido. Estos experimentos se dan en lotes con 1750 ml de medio que contiene 1760 g de estiércol vacuno cribado o mezclas de estiércol vacuno (cribado o molido) y 70–140 ml ola glicerina bruta; se incubó en condiciones mesofílicas y termofílicas en reactores de tanque agitado; así nos indica (Macias-Corral, 2017)

El sector agrícola y el sector ganadero es un importante contribuyente a la economía turca. El estiércol de ganado es uno de los principales contribuyentes a los problemas ambientales debido al metano generado de residuos no tratados. Además, la descarga de los desechos de ganado sin tratar contamina el ambiente con altos niveles de patógenos, poniendo en peligro la salud humana y animal. Para cumplir con la demanda de energía y un medio ambiente sano es necesario adoptar progresivamente el medio ambiente prácticas amigables de conversión de residuos. Mediante la utilización de estiércol animal para la producción de biogás 1.7 Mton / año de emisión de CO₂ se puede lograr en la región. (Nzila, 2015)

En áreas con altas poblaciones de ganado lechero como es Asturias en norte de España, la eliminación del estiércol puede ser un desafío, ya que más se produce es estiércol y que se puede aplicar de forma segura como fertilizantes y, por lo tanto, se requieren métodos alternativos para la utilización del estiércol. Estudios a escala de laboratorio con una capa de

lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB) reactores han demostrado que el tratamiento anaeróbico del estiércol en mesófilo y termófilo dio como resultado un alto contenido orgánico tasas de remoción de materia, pero baja producción de biogás. A una TRH de 16 días (carga orgánica Tasa de 3.7 kg DQO / m³ día), la eliminación de DQO fue del 69.7% y la producción de biogás se eliminó 0,20 m³ / kg de DQO, con un metano porcentaje del 73,7%. Tod esto nos menciona (Castrillón, 2011)

China es uno de los países agrícolas más grandes del mundo. La producción de residuos de cultivos disponibles netos (CR) en China es estimado en más de 800 millones de toneladas anuales, que ocupa el primer lugar en el mundo. El uso de residuos agrícolas como un componente principal de la energía renovable es adecuada para mejorar la seguridad energética y disminución de la interrupción ambiental causada por las emisiones de carbono. La paja de trigo (WS), la paja de arroz (RS) y los tallos de maíz (CS) son los tres principales desechos agrícolas en China y representan el 80.5% de la producción total (15,7%, 24,2% y 40,6%, respectivamente). Por lo tanto, estudiar el potencial de generación de energía de estos tres desechos son importantes para nuestro conocimiento, nos menciona. (Tong Zhang, 2013)

En Brasil la producción de leche se destaca como una de las principales actividades agrícolas, debido a su capacidad para generar empleo e ingresos, y la conexión con otros sectores agroindustriales, esto nos menciona (Ferreira MAM, 2008)

La digestión anaerobia (EA) es un proceso biológico que produce biogás de desechos biodegradables por bacterias bajo o nulo condiciones de oxígeno. En las últimas dos décadas, AD se ha aplicado como una tecnología efectiva para resolver la escasez de energía y problemas de contaminación ambiental de las industrias biotecnológicas y actividades residenciales causadas por la calefacción y la generación de electricidad, según (Jiang D, 2012)

Los estándares de calidad y eficiencia en la producción de leche se han requerido en los últimos años con el objetivo de intensificar aún más el sistema de producción, nos menciona (Rodrigues MHS, 2018) y como consecuencia, hay un aumento en la cantidad de residuos de excretas de ganado vacuno generados durante la cadena productiva de la leche. Por otro lado (Matzembacher JG, 2013) nos menciona; que puede conducir a una contaminación del suelo, el agua y el aire. Entre las soluciones, por ello la FAO (Organization, 1995) recomienda el uso de biodigestores en propiedades rurales, como una alternativa viable, racional y práctica de reutilización de estos residuos orgánicos (Ribeiro, 2011)

De acuerdo con (Moncayo Romero, 2013) según las características físicas y rendimiento de biogás típicos del estiércol animal tienen las siguientes eficiencias el estiércol de vaca 200 – 500 m³ biogás/t MV obteniendo un porcentaje de metano % CH₄ 60; Majada de vaca 210 – 300 m³ biogás/t MV; Estiércol de cerdo 270 – 450 m³ biogás/t MV; Purín de cerdo 300 – 700 m³ biogás/t MV; Gallinaza 350 – 550 m³ biogás/t MV.

Según (Angelica, 2017) la co-digestión anaerobia de estiércol de vaca, la fracción orgánica de los residuos municipales y residuos de una desmotadora de algodón. Se tuvo como resultados según su investigación que la máxima producción de biogás se obtiene del estiércol de vaca teniendo un mayor rendimiento de gas.

5. CONCLUSIONES

La mayor capacidad de reactor que empleo fue de 90 litros en la investigación de Pautar (2010) llenando la mezcla de residuos orgánico sola hasta los 60 litros (66.7 %) y 30 litros (33.3 %) vacío para la generación de biogás, y el tiempo de retención fue de 27 días a una

temperatura de 20.5 °C. Cabe recalcar que se empleó un invernadero por causa de la temperatura, ya que en Huancayo es bajo. En cambio, reactor que empleo Sánchez (2017) fue de 60 litros, llenando de la mezcla de residuo orgánico solo hasta los 45 litros (75 %) y 15 litros (25 %) vacíos para la generación de biogás, con un tiempo de retención de 26 días y temperatura de 20 °C. Mencionando que no utilizo un invernadero, ya que no era necesario porque la temperatura en Lambayeque es adecuada para la producción de biogás.

La mejor eficiencia en la generación de biogás a partir de estiércol de ganado, mediante biodigestores tubulares se obtuvo en la investigación de Pautrat (2010) con 0.186 L por cada kg. de estiércol, mientras que en la investigación de Sánchez (2017) se obtuvo una producción de biogás de 0.150 L/kg. Esto se debe que Pautrat (2010) utilizo un reactor de mayor capacidad y en mayor tiempo de retención.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra por sus conocimientos brindados en el curso de investigación y por su apoyo incondicional. A nuestro asesor el Ing. Carmelino Almestar Villegas por brindarnos su tiempo y sus conocimientos en cada paso que hemos realizado este artículo y llegar a concluirlo de manera eficiente.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angelica, L. (2017). producción de biogas a través de la codigestión de residuos sólidosy semisólidos.
2. Akyürek, Z. (2018). Potential of biogas energy from animal waste in the Mediterranean Region of Turkey.

3. Cárdenas, J. (08 de Marzo de 2012). Evaluación de la calidad de biogás y biol en biodigestores utilizando estiércol de vaca y residuos orgánicos del comedor pre-tratados con la técnica del bokashi en la UNALM. 132. Recuperado el 04 de Septiembre de 2019
4. Castrillón, L. (2011). Optimization of biogas production from cattle manure by pre-treatment with ultrasound and co-digestion with crude glycerin.
5. Cendales, L. (22 de Noviembre de 2011). Producción de biogás mediante la codigestión anaeróbica de la mezcla de residuos cítricos y estiércol bovino para su utilización como fuente de energía renovable. 137. Recuperado el 04 de Septiembre de 2019, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4100/1/edwindariocendalesladino.2011.parte1.pdf>
6. Clemens J, T. M. (2006). Mitigation of greenhouse gas emissions.
7. Dgca. (05 de Noviembre de 2015). Perú promoverá producción y uso de biodigestores y biogas. América Economía, 5. Recuperado el 05 de Septiembre de 2019, de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-promovera-produccion-y-uso-de-biodigestores-y-biogas>
8. Ferreira MAM, A. L. (2008). Investigaçãõ de grupos estratégicos na indústria de laticínios por meio da abordagem multivariada. de Administração Mackenzie, 152-172.
9. Ginting, N. (2007). Penuntun Praktikum Teknologi Pengolahan Limbah Peternakan. Obtenido de Departemen Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
10. Jafari, A. (2019). Engineering Applications of Computational Fluid.
11. Jiang D, Z. D. (2012). Bioenergy potential from crop residues in China: Availability and distribution. Rev 16: 1377–1382.
12. Karim, K. K. (2007). Mesophilic digestion kinetics of manure slurry. Appl. Biochem.

13. Khasristya. (2004). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisarupan, Kab. garut), Tugas Akhir, Fakultas Pertanian, UNPAD, Indonesia.
14. Kheirrouz, M. (2015). Biogas production potential from livestock manure in Iran.
15. L. Moreda. (2016). The potential of biogas production in Uruguay, *Renew. Sustain.* 54.
16. Lyytimäki, J. (2018). Environmental, economic, policy and technology discussion of biogas. *15: 65-73.*
17. Macias-Corral, M. (2017). Anaerobic digestion of municipal solid waste and agricultural waste and the effect of co-digestion with dairy cow manure. *Bioresource Technology.*
18. Mass´e, D. I. (2003). Effect of temperature fluctuations in psychrophilic anaerobic sequencing batch reactors treating swine manure. *Bioresour. Technol.*
19. Matzembacher JG, B. A. (2013). Análise da percepção de produtores em relação ao reaproveitamento de dejetos animais em Dracena/SP. *Ciência em Extensão*, :62-71.
20. Meyer, A. E. (2018). Future European biogas: Animal manure, straw and grass potentials for a sustainable European biogas production. *Biomass and Bioenergy.*
21. Moncayo Romero, G. (2013). Dimensionamiento y diseño de biodigestores y plantas de biogás. .
22. Nasir, I. M. (2012). Anaerobic digestion technology in livestock manure treatment for biogas production.
23. Nzila, C. N. (2015). Characterization of Agro-Residues for Biogas Production and Nutrient Recovery in Kenya. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences.* 6: 327-334.
24. Organization, F. -F. (1995). Biodigester de plástico de flujo continuo, generador de gás y bioabono a partir de águas servidas. *Fundación Centro para la Investigación em Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.* 17p.
25. Putri, D. (2012). Biogas Production from Cow Manure. Obtenido de *Int. Journal of Renewable Energy Development* 1 (2) 2012: 61-64

26. Ribeiro. (2011). Determinação das dimensões de um biodigestor em função da proporção gás/fase líquida. 1:49-56.
27. RÍOS, A. (22 de Octubre de 2010). Mejora de las condiciones de vida de las familiar porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestión y manejo integral de residuos sólidos y líquidos, Lima, Perú. 182-185. Recuperado el 25 de Mayo de 2020, de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9296/Tesis_doctoral_ARR_version_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
28. Rodrigues MHS, S. M. (2018). Avaliação de desempenho das pequenas propriedades de produtores de leite do município de Jaru-RO. *Latin American Journal of Business Management*, :60-82.
29. Tong Zhang, L. L. (2013). Biogas Production by Co-Digestion of Goat Manure with Three Crop Residues.
30. Toro. (23 de Agosto de 2010). Producción De Abono Orgánico Y Biogás Mediante Biodigestión Anaeróbica De Lodos Activos. 77. Recuperado el 25 de Mayo de 2020, de <https://www.yumpu.com/es/document/view/15350598/produccion-de-abono-organico-y-biogas-mediante-biodigestacion->
31. Weiland, P. (2010). Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology*. 85(4).
32. Zahariev, A. (2013). Biogas from Animal Manure – Perspectives and.
33. Zareei, S. (2017). Evaluation of biogas potential from livestock manures and rural.

