



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

El Biogás como alternativa para la reducción de los gases de efecto invernadero mediante la aplicación de estiércol de ganado: Revisión sistemática

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Gomez Crespo, Yanet Karina (ORCID: 0000-0001-7487-0680)
Fernandez Rivera, Milwar Julio (ORCID: 0000-0002-8477-1712)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (ORCID: 0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedicamos primero a Dios, a nuestros padres, y a nuestra familia, quienes fueron nuestro apoyo incondicional, y la razón para lograr nuestras metas; y a todas las personas que confiaron en nosotros por su constante apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor; Dr. Yimy Tom Lozano Sulca; por su apoyo y asesoramiento constante a lo largo del desarrollo de esta investigación a lo largo del proceso de esta investigación; y a todas las personas que indirectamente aportaron de alguna manera u otra a la mejora de este escrito.

Índice del contenido

Carátula.....	ii
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vi
Índice de abreviaturas	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización	15
3.3. Escenario de estudio.....	16
3.4. Participantes	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.6. Procedimiento	17
3.7. Rigor científico	18
3.8. Método de análisis de información.....	18
3.9. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
V. CONCLUSIONES	27
VI. RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS.....	29
ANEXOS	

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Producción global e intensidad de las emisiones de las cadenas ganaderas</i>	4
<i>Tabla 2. Potencial bioquímico de metano de diferentes residuos de subproductos animales</i>	7
<i>Tabla 3. Antecedentes de la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado</i>	9
<i>Tabla 4. Matriz de Categorización Apriorística</i>	15
<i>Tabla 5. Tipos de residuos estiércol de ganado más usado</i>	22

Índice de gráficos

<i>Gráfico 1. Procedimiento de Selección de Investigaciones</i>	17
<i>Gráfico 2. Métodos de análisis de la información</i>	19
<i>Gráfico 3. Tipo de pre tratamiento para la generación de biogás</i>	20
<i>Gráfico 4. Porcentaje del uso de estiércol de ganado</i>	22
<i>Gráfico 5. Porcentaje de otros residuos presentes en la agricultura</i>	23
<i>Gráfico 6. Porcentaje de otros residuos presentes en la agricultura</i>	23

Índice de abreviaturas

ASS	: África subsahariana
GEI	: Gases de efecto invernadero
DA	: Digestión anaeróbica
AcoD	: Codigestión anaeróbica
VS	: Sólidos volátiles

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo determinar de qué manera el uso de estiércol de ganado ayuda a mitigar la acumulación de gases de efecto invernadero, para lo cual realizó una metodología de investigación aplicada, de diseño sistemático, encontrando mediante un análisis de 64 artículos de investigación; de los cuales 23 son más completos para añadir al estudio.

El tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada fue el pre tratamiento biológico en un 54%, esto debido a que la mayoría de los pretratamientos mecánicos, químicos y térmicos requieren un aporte energético o químico intensivo, lo que provoca una temperatura o un cambio de pH elevados, así como subproductos tóxicos en casos extremos. Los tipos de residuos estiércol de ganado más usado fueron el estiércol vacuno (83%), estiércol ovino (9%), seguido del estiércol equino y de burro en un 4% cada uno. Por último, la mayor fuente de generación del biogás se da con el estiércol ovino presentando el mayor porcentaje de generación de metano (97%), el estiércol vacuno representa una generación de metano del 80%, seguido se encuentra la producción de metano usando estiércol de equino con un 40% y por último el estiércol de burro con un 15%.

Palabras clave: biogás, estiércol, contaminación, ganado, agrícolas.

Abstract

The objective of this study was to determine how the use of cattle manure helps to mitigate the accumulation of greenhouse gases, for which an applied research methodology of systematic design was carried out, finding through an analysis of 64 research articles; of which 23 are more complete to add to the study.

The type of anaerobic digestion system most used was the biological pretreatment in 54%, this because most mechanical, chemical and thermal pretreatments require an intensive energy or chemical input, which causes a high temperature or pH change, as well as toxic by-products in extreme cases. The most commonly used types of livestock manure waste were cattle manure (83%), sheep manure (9%), followed by equine and donkey manure at 4% each. Finally, the largest source of biogas generation is sheep manure, which has the highest percentage of methane generation (97%), cattle manure represents a methane generation of 80%, followed by equine manure (40%) and donkey manure (15%).

Key words: biogas, manure, pollution, livestock, agricultural.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha sido diagnosticado de diversas formas como quizás el problema más desafiante al que se enfrenta el siglo XXI, y especialmente para el África subsahariana (ASS), los impactos de un clima cambiante ya se han sentido en la mayoría de las regiones y en varios sectores de la región principalmente en la agricultura (Jaiswal Bhavna et al., 2020, p.3).

El cambio climático está transformando el ecosistema del planeta y amenaza el bienestar de las generaciones actuales y futuras (Marino R. et al., 2016, p.2). Donde el sector ganadero juega un papel importante en el cambio climático contribuyendo con una parte significativa a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicos (Giuliani S. et al., 2019, p.1).

La principal causa es la agricultura en el subcontinente, aunque sigue siendo muy rudimentaria en términos de prácticas de gestión y eficiencia de producción, constituye el pilar de la mayoría de la población y depende en gran medida del clima (Wollenberg E. et al., 2016, p.1). Esto hace que el cambio climático sea un problema que requiere intervenciones inmediatas y efectivas, a saber, adaptación y fomento de la resiliencia para salvaguardar el sustento de más de mil millones de personas (Boateng Kofi et al., 2019, p.1).

La producción ganadera es uno de los principales contribuyentes y causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Varol A. y Ugurlu A., 2017, p.2). Ya que, a nivel mundial, se estima que el 14,5% del total de las emisiones antropogénicas de GEI se emiten debido al sector ganadero, mientras que el 10% de esta cantidad se origina en el almacenamiento y procesamiento del estiércol (Oguge Nicholas et al., 2021, p.1).

Así mismo, se estima que la agricultura contribuye directamente del 10 al 14% del total de las emisiones antropogénicas de GEI antropogénicas anualmente (de los animales rumiantes (32%) y N de la quema de biomasa (12%)) (Richards Mery B. et al., 2016, p.1). Esto incluye emisiones de N₂O del suelo (38% de la contribución directa de la

agricultura) y estiércol (7%), emisiones entéricas de CH_4 y CO_2 (Yéou Wonnan Eugéne et al., 2016, p.1).

Las principales emisiones de GEI emitidas directamente por los animales son el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) (Robiou D. et al., 2017, p.1). El CH_4 se produce durante la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas (fermentación entérica en rumiantes y el almacenamiento de estiércol) (Leal Filho W. et al., 2020, p.3). El N_2O se libera durante la transformación microbiana de nitrógeno en el suelo o en el estiércol (procesos de nitrificación y desnitrificación), así como durante la producción de fertilizantes de nitrato (Jarwar Arshad I. et al., 2021, p.1).

Como consecuencia de la inclusión de estas fuentes, se eleva la huella de GEI de la agricultura a entre el 26% y el 36% de todas las emisiones de GEI antropogénicas (Richards Meryl B. et al., 2018, p.2).

Y el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero aumenta la cantidad de calor atrapado, esto quiere decir, que disminuye el calor irradiado desde la superficie de la tierra, elevando así la temperatura de la superficie de la tierra (Voigt C. et al., 2017, p.2). Así mismo, un ejemplo de ello, es la temperatura de la superficie terrestre, que ha aumentado en aproximadamente $0,6^\circ\text{C}$ durante el último siglo y, como consecuencia, se estima que el nivel del mar ha aumentado quizás 20 cm (Lin L. et al., 2018, p.3). Estos cambios pueden tener una amplia gama de efectos en las actividades humanas en todo el mundo (Iglinski H. y Babiak M., 2017, p.4).

Ante ello, el biogás representa una fuente de energía renovable que resulta de la digestión anaeróbica de casi cualquier tipo de materia orgánica (Holz Christian S. et al., 2018, p.1). El estiércol animal es una de las materias orgánicas más utilizadas en la producción de biogás (Ersoy E. y ugurlu A., 2020, p.1).

Sin embargo, el uso de residuos animales como materia prima para la producción de biogás sólo se practica en unos pocos lugares; en base a ello plantea el siguiente problema general: ¿Cuáles son los aspectos más relevantes de la generación de biogás

como alternativa para la reducción de los gases de efecto invernadero aplicando estiércol de ganado? Y como problemas específicos:

PE1: ¿Cuál es el tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado?

PE2: ¿Cuáles son los tipos de residuos de estiércol de ganado más usados para la generación de biogás?

PE3: ¿Cuál es el tipo de estiércol más eficiente en la producción de biogás?

De igual manera se planteó el siguiente objetivo general: Determinar los aspectos más relevantes de la generación de biogás como alternativa para la reducción de los gases de efecto invernadero aplicando estiércol de ganado, y como objetivos específicos:

OE1: Determinar el tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado

OE2: Analizar los tipos de residuos de estiércol de ganado más usados para la generación de biogás

OE3: Identificar cuál es el estiércol de ganado más eficiente para la producción de biogás.

El presente trabajo de investigación presenta una justificación teórica y social, ya que busca contribuir con un aporte literario a la investigación científica realizando una recopilación de diversas literaturas, teniendo como base al análisis de la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado para la reducción de gases de efecto invernadero; ayudando a despertar un interés a los futuros investigadores para que estos puedan ampliar el estudio en otros campos, así mismo contribuir con la sociedad contribuyendo con las limitaciones futuras de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a la relación existente entre el problema de efecto invernadero por residuos ganaderos y su minimización con la generación de biogás.

II. MARCO TEÓRICO

La economía alimentaria mundial está aumentando, la demanda de productos ganaderos y; en consecuencia, la producción ganadera mundial. La ganadería es una actividad económica importante en todo el mundo, debido a los productos de alto valor (Scarlat Nicole et al., 2016, p.2).

Los productos ganaderos (leche, carne de vacuno, carne de cerdo y carne de ave) son suministrados por cuatro sistemas de alimentación animal (ganado vacuno, ganado lechero, cerdos y pollos de engorde) (Weindl et al. 2017). Las cadenas porcina, avícola y bovina tienen importancia representativa en la producción mundial con aproximadamente 110, 71 y 61 millones de toneladas de carne en 2013, respectivamente, además, la leche producción es de unos 508 millones de toneladas (Chen Xiaoming et al., 2021, p.3).

Las explotaciones ganaderas proporcionan beneficios sociales, sobre todo en los países en desarrollo; sin embargo, tienen un gran impacto en la calidad del medio ambiente a través de la producción de efluentes; los grandes usos del agua y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (Jahra F. y Kawahara Y., 2016). Las emisiones de GEI del ganado vacuno representan alrededor del 65% del total, mientras que los cerdos y las aves de corral contribuyen con un 9 y un 8%, respectivamente (Purdy Andrew et al., 2018, p.2).

De acuerdo a la Tabla N°1 se describe la intensidad de las emisiones ganaderas.

Tabla N°1: Producción global e intensidad de las emisiones de las cadenas ganaderas

Rebaño	Producción (millones de toneladas en 2013)	Intensidad de las emisiones (kgCO ₂ -eq kg ⁻¹ producto)
Ganado	61.4	67.6
Pollo	71.6	5.4
Porcino	110.2	6.1

Fuente: FAO, 2016

La contaminación del aire se atribuye a la emisión de amoníaco (NH_3) y los gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4) (Liu et al., 2019, p.2). Se debe prestar mucha atención al CH_4 , ya que su potencial de calentamiento global (GWP) es de 8 a 10 veces mayor que el del CO_2 (Cai B. et al., 2019, p.1). Se señaló además a cabo por Purdy Andrew et al. (2018, p.3) que la tasa de emisión de metano disfrutaba de una triple amplificación si el estiércol se dejaba sin cubrir durante más de 4 meses.

Esto quiere decir que la producción de gases de efecto invernadero (GEI) por el manejo del estiércol agrícola contribuye hasta el 9% del calentamiento global (Shukla P., 2019, p.2). Siendo así las emisiones de metano (CH_4) un resultado directo de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas similares a las que se encuentran en el almacenamiento de purines (Sommer Sven G. et al., 2017, p.1).

El óxido nitroso (N_2O) es el resultado de la desnitrificación del nitrato (NO_3^-) y la nitrificación del amonio (NH_4^+) de los sólidos de la suspensión durante el almacenamiento (Regueiro I. et al., 2016, p.2). Amoníaco (NH_3), aunque no es un gas de efecto invernadero, es un contaminante transfronterizo que representa una vía de pérdida importante a través de la volatilización del nitrógeno amónico (N), y la agricultura comprende más del 90% de las emisiones mundiales de NH_3 (Edwards J. et al., 2016, p.3).

Se ha demostrado que las emisiones de amoníaco emanan de los alojamientos de los animales y el posterior almacenamiento de purines y la producción de purines bovinos y su posterior almacenamiento son fuentes importantes de amoníaco (NH_3) y gases de efecto invernadero (GEI) (Kavanagh I. et al., 2021, p.1). Una vez emitido, este NH_3 se puede volver a depositar y contribuir a la eutrofización de las vías fluviales y también contribuir al depósito de nitrógeno local, posteriormente, este aumento de N contribuye indirectamente a las emisiones de N_2O a través de los procesos de nitrificación y desnitrificación que ocurren durante el almacenamiento (Ten hoeve M. et al., 2016, p.4).

Se ha demostrado que la acidificación química de los abonos reduce significativamente estas emisiones (Galford Gillian L., 2020, p.2). Los productos de desecho, derivados

del procesamiento de alimentos y las prácticas agrícolas, pueden usarse como acidificantes "naturales" (Mir Kaleem A. et al., 2021, p.3).

Las prácticas de gestión del estiércol; que garantizan la recuperación y el reciclaje de los nutrientes y la energía contenidos en el estiércol a lo largo de las cadenas pueden contribuir a la mitigación de GEI (Block Lieb S. y Halliday Terence C., 2017, p.2). En muchas partes del mundo, donde se produce el aumento de las explotaciones ganaderas, sin suficiente tierra para utilizar estos residuos para la producción de cultivos aumentan la necesidad de alternativas de tratamiento (Brown Molly E: et al., 2017, p.1).

Por ejemplo, Estados Unidos es el principal productor de carne de vacuno con 11,9 millones de toneladas en 2017, seguido a Brasil (9,5), la Unión Europea (7,9), China (7,3) y la India (4,3), y estos países representan el 66% de la producción mundial USDA (2018, p.1). Junto a esto el estiércol de vaca (CM) tiene una gran participación, que representa más de la mitad de la cantidad total de estiércol en la actualidad y alcanzará aún más alrededor del 75% en una década (Leclerc A. y Laurent A., 2017, p.1).

En cuanto a la producción de leche; el liderazgo continúa con Estados Unidos (87 millones de toneladas), seguido de India (50 millones de toneladas), China (36 millones de toneladas), Rusia (31 millones de toneladas), Brasil (31 millones de toneladas) y Alemania (29 millones de toneladas), y estos países representan aproximadamente el 50% de la producción total mundial (Omato Laura et al., 2020, p.4). Los sistemas lácteos (producción de carne y leche) cambian constantemente debido a la demanda del mercado y la ocupación de la tierra (Scarlat Nicolae et al., 2018, p.2).

Así también las estadísticas de la industria avícola demostraron que Estados Unidos es el mayor productor de carne con 18,7 millones de toneladas en 2017, seguido de Brasil (13,1 millones de toneladas), la Unión Europea (11,8 millones de toneladas), y China (11,6 millones de toneladas); representando el 60% de la producción mundial (Glanville Thomas S. et al., 2016, p.5). El sector avícola es estructuralmente diverso; hay diferencias en la escala y tipos de alojamiento, sistemas de alimentación y genética animal (Ko Jae Hac et al., 2018, p.2).

Debido a la gran producción de productos ganaderos y avícolas; como los miles de toneladas de subproductos orgánicos en forma de canales, vísceras, patas, cabeza, huesos, sangre y plumas; los estudios han sugerido que los residuos que contienen altas proteínas y lípidos (como los cadáveres y los productos animales) son sustratos atractivos para la producción de biogás (Li Yu et al., 2020, p.3).

Es así que se estimó la capacidad de generación de biogás de diferentes sustratos (Ver Tabla N°2).

Tabla N°2: Potencial bioquímico de metano de diferentes residuos de subproductos animales

Animal	Material	BMP (LN CH₄ kg⁻¹ VSadd)
Bovinos y porcino	Tracto digestivo contenido	400
	Harina de carne y huesos	390
	Grasa	978
Porcino	Tejido cárnico	976
	Desechos intestinales	826
	Carne	575
	Carcasa	600
	Matadero sólido	580
	Estiércol	406
		1157 (biogás)
Bovino	Despojos blandos	650
	Panza	228
	Estiércol	204
Aves de corral	Residuos en el intestino	512
	Sangre	250
	Sólidos de matadero	460
	Estiércol y pluma	342
	Pluma	210
	Carne	500
	Camada	259

Fuente: Tápparo Deisi C. et al., 2018

De acuerdo a la tabla N°2, mediante la prueba de potencial de metano bioquímico (BMP) se señala que puede ser muy útil para estimar la capacidad de generación de biogás de diferentes sustratos.

Es decir, las explotaciones generan una enorme cantidad de estiércol que requiere un tratamiento adecuado (Sakadevan K. y Nguyen M., 2017, p.3). Si este estiércol no se maneja adecuadamente, genera las emisiones directas de gases de efecto invernadero, etc. (Sakadevan K. y Nguyen M., 2016, p.2).

La digestión anaeróbica (DA) en este sentido está ganando más atención; ya que la DA puede garantizar la eliminación simultánea de residuos y la generación de biogás a través de una serie de bioprocesos (Einarsson R. y Persson U., 2017, p.5). Las instalaciones de DA se han adoptado ampliamente en los sectores de productos lácteos/carne de vacuno que utilizan CM para generar biogás (Meyer A. K., 2018, p.2). Al mismo tiempo la producción (digeridos) de las instalaciones de DA se puede esparcir como fertilizante con una característica de fertilizante mejorada y un bajo potencial de emisión de GEI (Li Yu et al., 2020, p.4).

La digestión anaeróbica (DA) ha sido ampliamente considerada como una de las tecnologías más eficaces para el tratamiento del estiércol del ganado, no sólo para reducir sus impactos ambientales, sino también para reciclar la energía y lograr un desarrollo sostenible (Abbas Yasir et al., 2020, p.6).

Es decir, los residuos tienen un alto potencial de metano, por otro lado, los métodos de monodigestión son susceptibles de inhibición debido a la acumulación de ácidos grasos volátiles y/o amoníaco unionizado, resultando en toxicidad para las arqueas metanogénicas (Béline et al. 2017); es así que para reducir la producción de metano se estudia una alternativa para reducir este efecto; es la codigestión anaeróbica simultánea con otros residuos (por ejemplo: estiércol), que puede contribuir a la dilución de los compuestos inhibidores originados durante la descomposición (RajagXu Hongfei et al., 2020, p.3).

El uso de estiércol de ganado como sustrato para la codigestión ha demostrado ser una opción de tratamiento alternativa (Nicoloso R. da S., et al., 2017, p.5). La codigestión anaeróbica (AcoD) entre estiércoles y residuos ricos en C supera estos problemas manteniendo un pH estable, dentro del rango metanogénico; y reduciendo la

concentración de amoníaco por dilución a la vez que mejora la producción de metano (Zhang Lei et al. 2016, p.3).

Las prácticas de gestión del estiércol que garantizan la recuperación y el reciclaje de los nutrientes y la energía contenidos en el estiércol a lo largo de las cadenas pueden contribuir a mitigar los GEI (Tápparo Deisi C. et al., 2019, p.3). En muchas partes del mundo, donde se produce el aumento de las explotaciones ganaderas especializadas, sin tierra suficiente para utilizar estos residuos para la producción de cultivos, aumenta la necesidad de alternativas de tratamiento (Tao Bing et al., 2017, p.2).

Debido a ello la digestión anaeróbica (DA): es una tecnología prometedora que combina un método para la eliminación de cadáveres con la producción de energía renovable; y otros productos finales incluyendo fertilizantes líquidos y sólidos (digestato) (Baba I. et al., 2017, p.7).

Debido a lo expuesto se presenta en la tabla N°3 los 23 antecedentes más relevantes respecto a la búsqueda de los 3 problemas específicos, detallando el tipo de sistema de digestión anaeróbica, los tipos de residuos de estiércol de ganado y las generaciones de biogás.

Tabla N°3: Antecedentes de la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado

Sustrato	Condición previa al tratamiento	Tipo de sistema de digestión anaeróbica (AD)	Generaciones de biogás	Referencia
Estiércol de vaca	Triturar, mezclar y licuar	Lote mesofílico	Mejora insignificante de trituración y mezcla. Sin embargo, se observó un rendimiento de metano un 12% más alto con el pretratamiento de mezcla	Fernand ez Rémy et al., 2020
Estiércol de vaca, fibra y	Papel de lija, placa lisa, placa de control, alcalina térmica	Lote termofílico y semicontinuo	Lote: Todos los pretratamientos mecánicos mejoraron el rendimiento de metano entre un 15 y un 45%, excepto el papel de lija	Tsapekos Panagiot

estiércol de vaca			/ placa lisa. La alcalinidad térmica contribuyó a una mejora del rendimiento de metano hasta 4,2 veces Continua: Mejora insignificante del pretratamiento mecánico Mejora de metano hasta un 26% de termoalcalina pretratamiento	is et al., 2016
Estiércol de vaca	Separación sólido-líquido	Continuo mesofílico	La tasa de producción de biogás aumentó de 0,3 L / L·día a 0,7 L / L·día	Negral L. et al., 2017
Estiércol de vaca	Cavitación hidrotermal	Lote mesofílico	Incremento insignificante del rendimiento de metano (3%)	Langone Michela et al., 2018
Estiércol de vaca + paja de trigo	Ultrasonidos, cavitación hidrotermal	Lote mesofílico, Mesofílico continuo	Lote: la mejora del biogás osciló entre el 59,6% y el 64,2% y entre el 35,6% y el 39,4% para el ultrasonido y la cavitación hidrotermal, respectivamente. Continuo: la mejora del biogás osciló entre el 24,6% y el 16,5% para el ultrasonido y la cavitación hidrotermal, respectivamente.	Zielinski Marcin et al., 2019
Estiércol de burro + paja de trigo	Ultrasonido	Lote a temperatura ambiente	15,2% más de rendimiento de metano en comparación con el control	Zou Shuzhen et al., 2016
Estiércol de vaca + paja de maíz	Ultrasonido	Lote mesoférico	Rendimiento de biogás un 14,8% y un 43,9% más alto para una duración de ultrasonido de 20 y 30 minutos, respectivamente	
Estiércol de vaca + desperdicio de comida +	Ultrasonido	Continuo termofílico	Sin tratar: rendimiento de metano de 1,07 L / L con un contenido de metano del 62,7% Ultrasonido: rendimiento de metano de 1,91 L / L con un	Ormaechea Pedro et al., 2017

glicerina bruta			contenido de metano del 70,2%	
Estiércol de vaca	Ultrasonido	Reactor de lecho inducido termofílico	58,6% más de rendimiento de metano	Ormaechea P. et al., 2018
Estiércol de caballo	Térmico	Lote	Solo un caso (125 ° C, 37,5 min) produjo más biogás (aumento del 34%) que el control	McVoitte Wilton y Clark, 2019
Estiércol de vaca + ensilaje de maíz + pulpa de remolacha azucarera	Térmico	Lote mesofílico	Rendimiento de biogás incremental del 8,3 al 100,3%	Senol Halil et al., 2020
Estiércol de vaca + <i>Sida hermafrodita</i>	Microondas, agua caliente líquida	Lote mesofílico	Microondas: rendimiento de metano: 590 NL / kg VS (39,1% más que en el control) Agua caliente: rendimiento de metano: 575 NL / kg VS (35,6% más que en el control)	Zielinski Marcin et al., 2019
Estiércol de vaca	H ₂ SO ₄ , NaSO ₃ , Na(OH) ₂ , polietilenglicol, tiourea	Lote mesofílico	Se obtuvo un rendimiento de metano entre un 6,8% y un 50% más alto	Yang Qiang et al., 2017
Estiércol de vaca	Termoquímica	Lote mesofílico	El potencial de metano aumentó un 23,6% con un 10% de NaOH a 100 ° C durante 5 min El potencial de metano aumentó un 20,6% con un 2% de HCl a 37 ° C durante 12 h	Passos Fabiana et al., 2017
Estiércol de vaca	CaO, ácido peracético (PAA) y una combinación de ambos	Lote mesofílico	Incremento de la producción de biogás: CaO: 26,1%; ácido peracético: 39,1%; CaO + ácido peracético: 156,5%	Ramos-Suárez et al., 2017

Estiércol de vaca + paja de maíz	Térmica alcalina y enzimática	Lote mesofílico	Térmico alcalino: 31,8% de mejora del rendimiento de metano Térmico-alkalino + enzima: 45,8% -61,4% de mejora del rendimiento de metano	Yuan Ye et al., 2019
Estiércol de vaca	KOH, ultrasonido y KOH-ultrasonido	Lote mesofílico	Sin mejora significativa para el pretratamiento individual, mientras que el pretratamiento combinado mejoró el rendimiento de metano en un 19,6%	Wahid Radziah et al., 2020
Fibra estiércol de vaca	Amoníaco acuoso, O ₃ y una combinación de ambos	Lote mesofílico	El amoníaco acuoso y el O ₃ combinados aumentaron significativamente la producción de biogás en un 6.2-8.8% en comparación con el O ₃ solo, mientras que el 55.3-103.6% en comparación con el amoníaco acuoso solo	Ai Ping et al., 2019
Estiércol de vaca	Prefermentado mesofílico	Continuo mesofílico de dos etapas	15,3% más de rendimiento de metano	Akyol Cagri et al., 2016
Estiércol de vaca + paja de arroz	Compostaje	Lote mesofílico	Se logró una mejora del rendimiento de biogás hasta en un 166%	Zou y Kang, 2018
Cultivos de cereales + Estiércol de vaca	Hongo <i>T. versicolor</i>	Lote mesofílico	Se obtuvo un rendimiento de metano entre un 15% y un 18% mayor	Akyol Cagri et al., 2019
Estiércol de vaca	Hongos <i>A. fumigatus</i> SK1 y <i>Trichoderma</i> sp.	Lote mesofílico	Ambos pretratamientos generaron mayor rendimiento de metano con el mayor rendimiento de metano (0.023 L / gVS) obtenido por <i>A. fumigatus</i> SK1	Zulkifli Zulfah y otros, 2018
Estiércol + paja de maíz	Celulasa	Lote mesofílico	103,2% más de rendimiento de metano	Wang Xuemei

				et al., 2016
Estiércol + Residuos de té	Consortio microbiano	Temperatura ambiente	Rendimiento de biogás entre un 86,8% y un 111,9% más alto en comparación con el control	Kavisa Ghalih H. et al., 2020

Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, siguiendo con lo descrito por Gersbach et al., (2018, p.8), una investigación aplicada es aquella que se encuentra enfocada en conductas específicas que son muy relevantes para la sociedad y que suelen revelar relaciones de importancia inmediata entre la conducta y determinados estímulos. Esto quiere decir es un proceso en el que se verá que tan bien se aplica los conocimientos aprendidos de un estudio para resolver el problema que se pretende solucionar.

Así mismo, el diseño de investigación que se usó es una revisión sistemática; ya que este diseño de investigación conforma una metodología cualitativa que integra al empleo de un conjunto de métodos para analizar informaciones visuales que presentan una forma histórica de una o un grupo de personas; así como acontecimientos y hechos de las personas a estudiar (Landín M., 2019, Pág. 5). Esto es aplicado de acuerdo a que se va a enfocar en el análisis de la generación de biogás; y se va explicar el acontecimiento suscitados por los autores a lo largo del proceso.

3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla N° 4: Matriz de Categorización Apriorística

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 1
Determinar el tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado	¿Cuál es el tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado?	Tipo de pre tratamiento de digestión anaeróbica (Qasim Waqas et al., 2018, p.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Pre tratamiento térmico • Pre tratamiento químico • Pre tratamiento biológico (Kavanagh I. et al., 2019, p.2)	Debido a la eficacia del tratamiento	Debido a la producción e biogás
Analizar los tipos de residuos de estiércol de ganado más usados para la generación de biogás	¿Cuáles son los tipos de residuos de estiércol de ganado más usados para la generación de biogás?	Tipos de residuos estiércol de ganado más usados para la generación de biogás (Brown Molly E. et al., 2017, p.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Ganado • Pollo • Porcino (Purdy Andrew et al., 2018, p.2)	De acuerdo a la cantidad de veces aplicados	De acuerdo a las condiciones previas del tratamiento
Identificar cuál es el estiércol de ganado más eficiente para la producción de biogás	¿Cuál es el estiércol de ganado más eficiente para la producción de biogás?	Mayor fuente de generación del biogás elaborado con estiércol de ganado (Zielinski Marcin et al., 2019, p.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de biogás alta • Producción de biogás media • Producción de biogás baja (Li Yu et al., 2020, p.3)	De acuerdo a la cantidad de metano producido	De acuerdo al tipo de digestión anaeróbica realizada y de acuerdo a la temperatura optima

3.3 Escenario de estudio

El escenario de estudio se centra en los lugares en los que se llevó a cabo el estudio del análisis de la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado; siendo los laboratorios y campos en los que se realizó; estos escenarios son descritos en los artículos científicos agregados al estudio; siendo estas literaturas científicas extraídas a nivel nacional e internacional, en diversos idiomas.

3.4 Participantes

Los participantes que engloban al estudio son bibliotecas electrónicas de búsquedas de acceso libre que permite la búsqueda y consulta de contenidos de sus bases de datos, pudiendo encontrar artículos de revistas científicas, siendo de único interés aquellas que traten de los estudios enfocados en el análisis de la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado para la reducción de gases de efecto invernadero. Los participantes empleados en esta investigación son: Sciencedirect, Scielo y Scopus.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

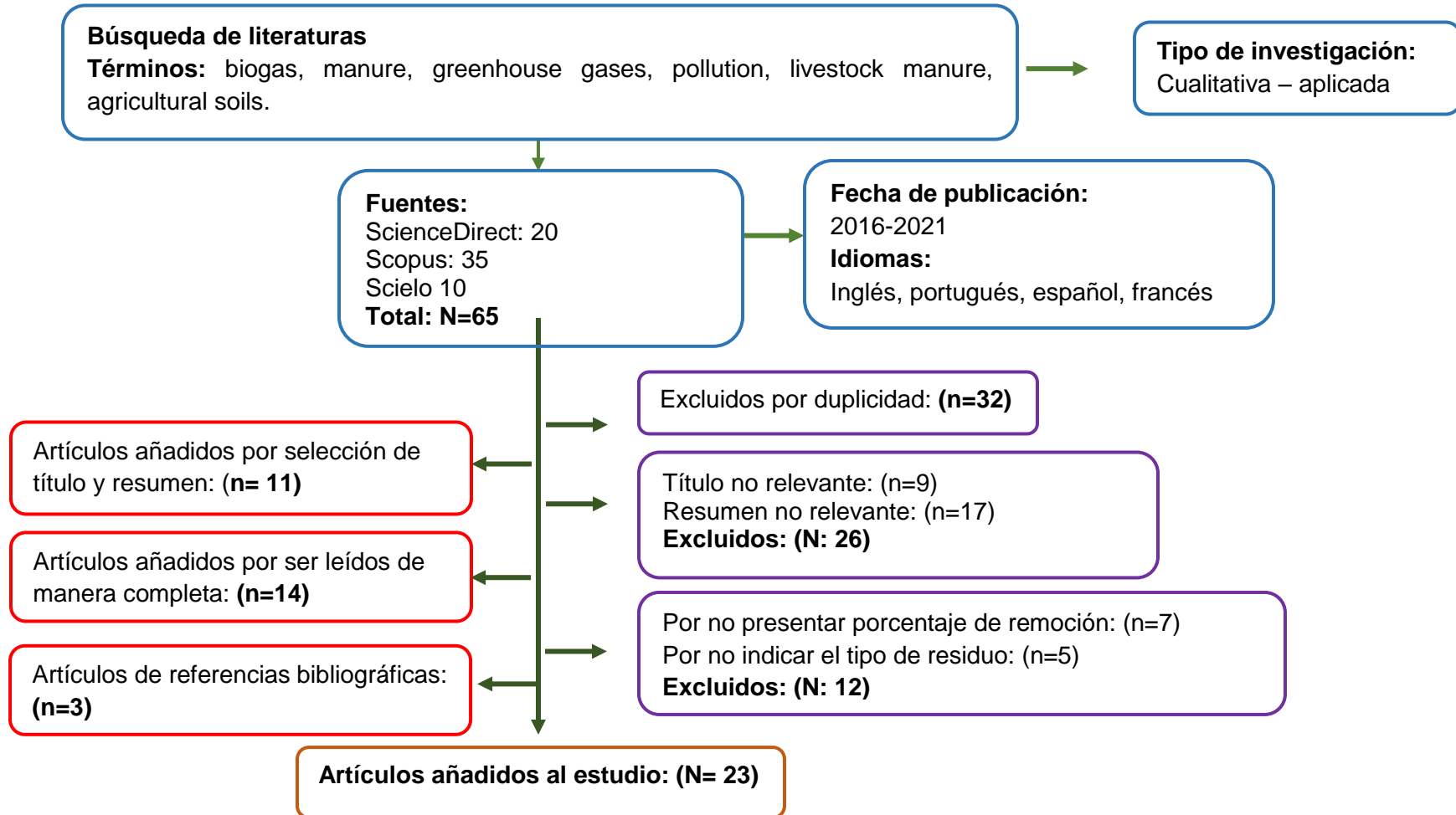
En este estudio sistemático la técnica usada será el análisis documental y el instrumento de recolección de datos, la ficha propuesta (Ver Anexo N°1).

Esta técnica permite extraer información objetiva del estudio analizar, los cuales serán usados en el desarrollo y resolver la problemática planteada. Esto viene de la mano usando a la ficha, el cual será una hoja encargada de sintetizar la información del documento original, permitiendo una búsqueda más rápida y fácil; en esta ficha se detallan datos como: datos de autor, datos generales de los estudios como: objetivos, metodologías usadas, resultados, conclusiones, tipos de residuos estiércol de ganado y fuente de aplicación del biogás elaborado con estiércol de ganado.

3.6 Procedimientos

Los artículos seleccionados para el estudio pasaron por un proceso de selección y de filtros, donde los pasos se muestran en el gráfico N°1.

Gráfico N° 1: Procedimiento de Selección de Investigaciones



Elaboración propia

3.7 Rigor científico

El cumplimiento del rigor científico respalda la transparencia en los datos brindados de detalles experimentales, para que de esta manera otros puedan usarlos. Dicho ello, el presente estudio cumple con 4 criterios que permiten obtener el rigor científico. (Barth Johannes B. et al., 2020, p.180):

Cumpliendo con el criterio de credibilidad, se puede decir que es un criterio que busca asegurar que la información que se brinde sea real y verídica; para lo cual se busca diversos argumentos que permitan la seguridad de que la información brindada sea corroborada por otros autores. Esto es confirmado con el uso de diversos estudios que presentan resultados similares o iguales, y que se usan como respaldo o apoyo a los resultados obtenidos.

Mientras que, el criterio de confirmabilidad es el poder del investigador para usar el criterio, la neutralidad de la información, y poder aplicarlo en otros contextos. Este criterio es cumplido ya que se ha dejado toda la información de la metodología usada para que futuros investigadores puedan seguir las pistas y los pasos para aplicarlos en otros campos.

Así también, el criterio de consistencia está enfocado en la seguridad de la información brindada y aunque es difícil de conseguirlo ya que son datos extraídos de otros estudios, se busca diferentes maneras de brindar seguridad que la información es verdadera. Y esto es cumplido respaldando la información expuesta mediante las bibliografías, las cuales detallan a cada uno de los autores de quienes se utilizó la información.

Por último, el criterio de transferibilidad es el poder de traspasar la información de un estudio a otro presentando otro contexto. Este criterio se emplea dejando la información necesaria para que otros investigadores extiendan los fenómenos estudiados.

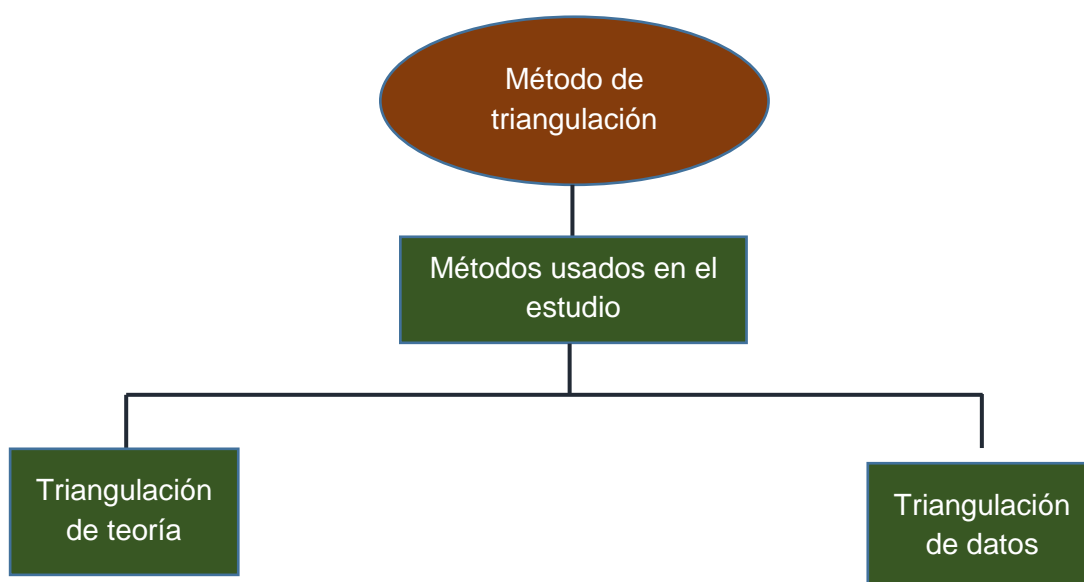
3.8 Método de análisis de la Información

El método de análisis de la información que se empleó fue la triangulación, siendo este el método que describe el uso de diversos métodos, datos, fuentes etc. Dicho ello, uno de los métodos usados fue el uso de la matriz de categorización, la cual generó las siguientes categorías:

- Formas de contribución de suelos agrícolas en el incremento de gases de efecto invernadero
- Tipos de residuos estiércol de ganado más usados para la generación de biogás
- Mayor fuente de generación del biogás elaborado con estiércol de ganado

De la misma forma se sintetizó la manera en la que se plasmarían los resultados, empleando al siguientes sub categorías: Pre tratamiento térmico, Pre tratamiento químico, Pre tratamiento biológico; a partir del estiércol de Aves de corral, Bovino, Porcino, Producción de biogás alta, Producción de biogás media, Producción de biogás baja.

Gráfico N° 2: *Métodos de análisis de la información*



3.9 Aspectos éticos

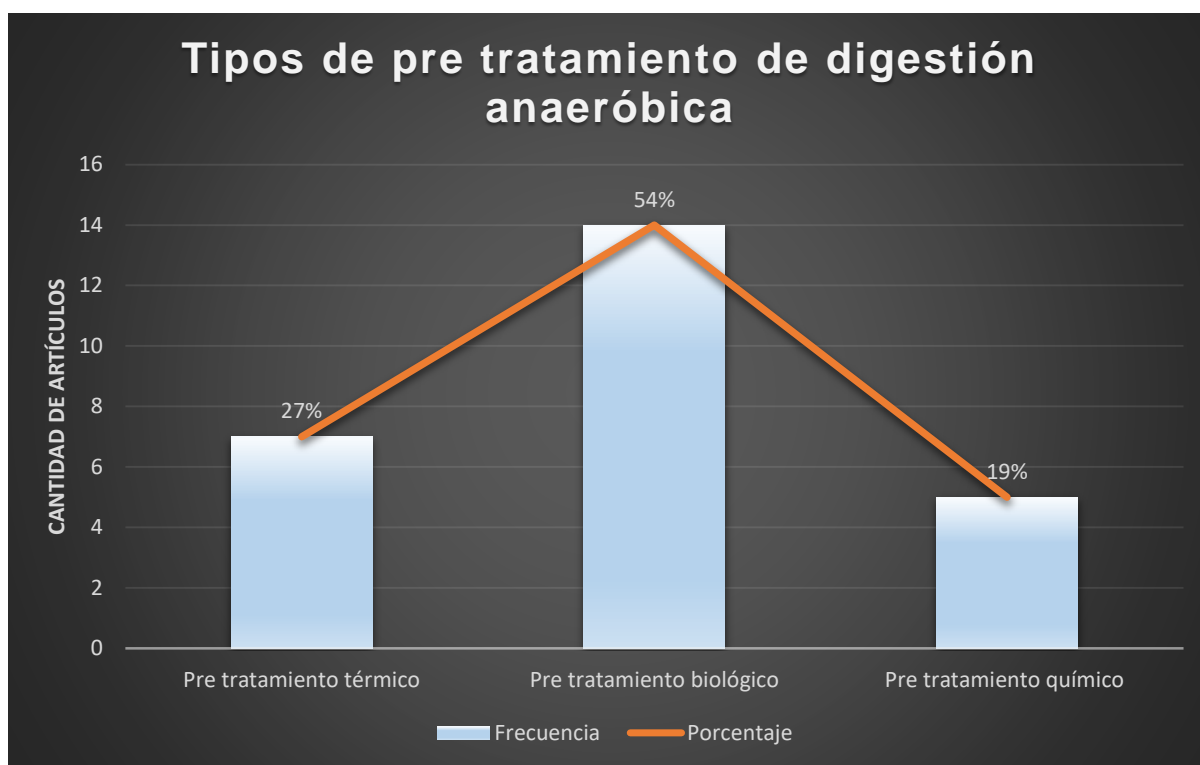
Esta investigación sistemática cumple con los aspectos éticos de autenticidad y veracidad de la información, ya que se hizo uso de la Norma ISO 690 para la debida citación de los autores que fueron empleados, así como la Norma Vigente por la universidad Cesar Vallejo; y la Guía de productos observables; de igual manera se pasó por el programa anti plagio Turnitin para demostrar que la información brindada es auténtica.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tipo de pre tratamiento de digestión anaeróbica

Para determinar de qué manera el uso de estiércol de ganado ayuda a mitigar la acumulación de gases de efecto invernadero se planteó resolver 3 problemáticas, siendo resueltas cada uno en los puntos: 4.1, 4.2; y 4.3; donde determinar el tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado es uno de los puntos esenciales; siendo descrito en el gráfico 3.

Gráfico N°3: Tipo de pre tratamiento para la generación de biogás



Elaboración propia

De acuerdo con la comparación de 23 literaturas que emplean el estiércol de ganado para la generación de biogás; se tiene que el tipo de pre tratamiento de digestión anaeróbica más usada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado es en un 54% el pre tratamiento biológico.

Esto es debido a que la mayoría de los pretratamientos mecánicos, químicos y térmicos requieren un aporte energético o químico intensivo, lo que provoca una temperatura o un cambio de pH elevados, así como subproductos tóxicos en casos extremos; pero el pretratamiento biológico sin embargo se realiza mediante la adición

de microbios celulolíticos industriales o enzimas para descomponer los componentes lignocelulósicos en un ambiente suave y controlado (Akyol Cagri et al., 2019, p.5).

Los autores que corroboran los resultados son: Bayard R. et al., 2020, Langone Michela et al., 2018, Zielinski Marcin et al., 2019, Zou Shuzhen et al., 2016, Ormaechea Pedro et al., 2017, Ormaechea P. et al., 2018, Yuan Ye et al., 2019, Akyol Cagri et al., 2016, Zou y Kang, 2018, Akyol Cagri et al., 2019, Zulkifli Zulfah y otros, 2018, Wang Xuemei et al., 2016, Kavisa Ghalih H. et al., 2020.

Así también de acuerdo con Zou S. y Kang D., (2018, p.6), el pretratamiento biológico supera a otros métodos de pretratamiento en términos de baja demanda de energía y productos químicos con resultados no tóxicos.

De acuerdo con Tsapekos Panagiotis et al., (2016) empleando el pre tratamiento termofílico y semicontinuo afirma que los pretratamientos térmicos alcalinos mejoran significativamente la producción de biogás a diferencia del semicontinuo.

Así también de acuerdo con Passos Fabiana et al., 2017 teniendo como objetivo evaluar técnica y económicamente la aplicación del pretratamiento termoquímico en la digestión anaeróbica de estiércol de vaca lechera en su estudio obtuvo que las principales mejoras del potencial de metano fueron 23,6% con 10% de NaOH a 100°C durante 5 min. Y 20,6% con 2% de HCl a 37°C., obteniendo que el análisis técnico-económico mostró que la implementación de pretratamiento ni con álcali térmico ni con ácido térmico sería factible y que la digestión anaeróbica convencional de un solo paso supera a ambas alternativas.

Así también de acuerdo con Negral L. et al., (2017) afirma que el pre tratamiento térmico de fermentación en fase inversa es efectivo para mejorar la producción de biogás; obteniendo en sus resultados que el tiempo necesario para digerir las fases separadas de los lodos (LP: 2 días, SP: 15 días) fue menor que el necesario para digerir el estiércol. Tasas de producción de biogás para el estiércol después del pretratamiento fueron 0.5 L / L · día para el SP y 0.7 L / L · día para el LP, permitiendo una más alta (4.5–4.8 gCOD / L · día) que al digerir estiércol sin tratar y aumentar la producción de biogás en un 17%.

La afirmación anterior es también apoyada por Senol Halil et al., (2020), señalando que el mayor rendimiento de biogás fue de 362,1 mL / g en el reactor que se pretrata a 180 ° C durante 60 min.

Por otro lado, Ormaechea Pedro et al., (2017), afirma que el pre tratamiento biológico ayuda al incremento significativo del metano; presentando como resultados que la producción específica de metano fue 290 L CH₄ / kg de sólidos volátiles (VS) sin pretratamiento y; 520 L CH₄ / kg VS con pretratamiento. Con respecto a la producción volumétrica de metano en el primer caso se produjo 1.07 L CH₄ / L del reactor. Día, y en el segundo caso, 1.98 L CH₄ / L. reactor. day. Podemos concluir que la aplicación de pretratamiento biológico por ultrasonido mejoró significativamente la producción de biogás.

4.2. Tipos de residuos estiércol de ganado más usado para la generación de biogás

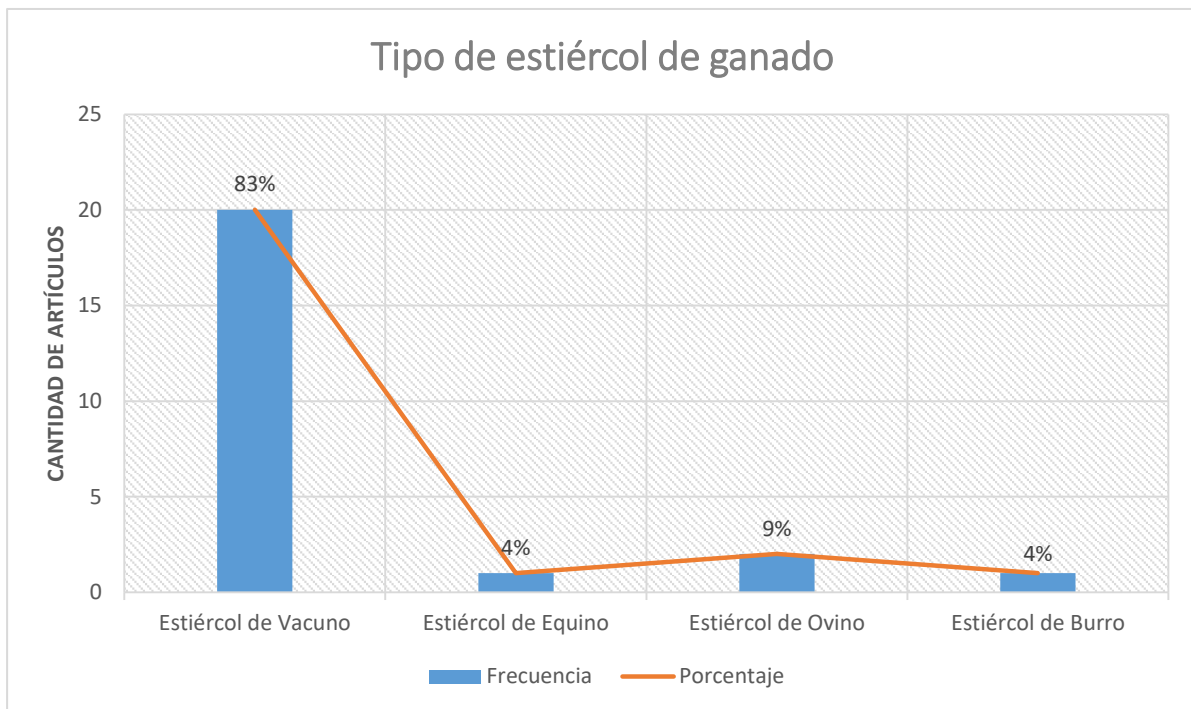
De acuerdo a la búsqueda de analizar los tipos de residuos estiércol de ganado más usado para la generación de biogás, se realiza la clasificación presentada en la tabla N° 5 respecto al Anexo N°2.

Tabla N°5: Tipos de residuos estiércol de ganado más usado

Tipo de estiércol de ganado		Cantidad	Porcentaje
Estiércol de Vacuno		20	83%
Estiércol de Equino		1	4%
Estiércol de Ovino		2	9%
Estiércol de Burro		1	4%
Total		33	100%
Otros residuos presentes en la agricultura		Cantidad	Porcentaje
Residuos de plantas secas	Paja de trigo	3	20%
	Paja de arroz	2	13%
	Paja de maíz	3	20%
	De plantas	1	7%
	Fibra de estiércol	1	7%
Residuos orgánicos	Desperdicios de comida	2	13%
Otros	Glicerina	2	13%
	Lodos de depuradora	1	7%
Total		15	100%

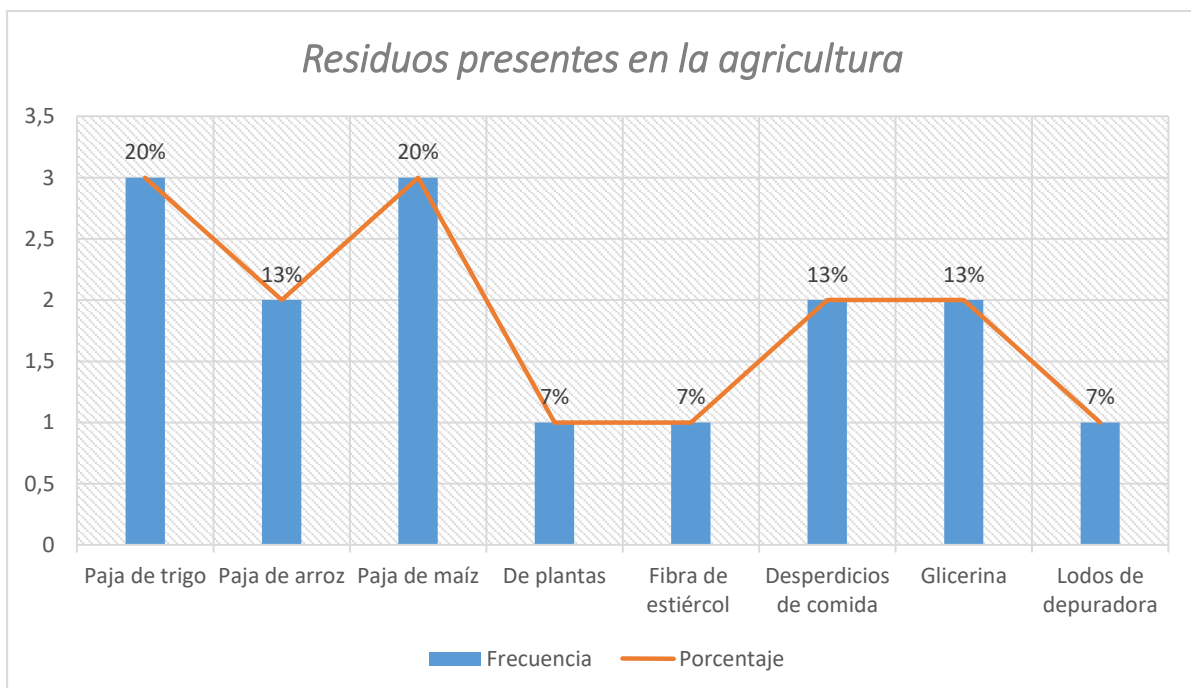
Elaboración propia

Gráfico N°5: Porcentaje del uso de estiércol de ganado



Elaboración propia

Gráfico N°6: Porcentaje de otros residuos presentes en la agricultura



Elaboración propia

De acuerdo al gráfico N° 4 y 5 respecto a la tabla 5; se tiene que los tipos de residuos de estiércol de ganado más usados para la generación de biogás son el estiércol vacuno en un 83%, estiércol ovino en un 9%, seguido del estiércol de equino y burro en un 4% cada uno.

Ello es debido a que el estiércol de vaca representa un excedente de desperdicio de estiércol en los sectores agrícolas de alimentos que requiere una eliminación adecuada (Cai B. et al., 2019, p.3).

Así también, la vaca digiere la parte fácilmente degradable del alimento (pasto o ensilaje) con microbios del rumen, lo que hace que el estiércol vacuno sobrante sea fibroso (Li yu et al., 2020, p.2).

Los autores que corroboran los resultados son: Bayard R. et al., 2020, Tsapekos Panagiotis et al., 2016, Negral L. et al., 2017, Langone Michela et al., 2018, Zielinski Marcin et al., 2019, Zou Shuzhen et al., 2016, Ormaechea Pedro et al., 2017, Ormaechea P. et al., 2018, Senol Halil et al., 2020, Zielinski Marcin et al., 2019, Yang Qiang et al., 2017, Passos Fabiana et al., 2017, Ramos-Suárez et al., 2017, Yuan Ye et al., 2019, Wahid Radziah et al., 2020, Ai Ping et al., 2019, Akyol Cagri et al., 2016, Zou y Kang, 2018, Akyol Cagri et al., 2019, Zulkifli Zulfah y otros, 2018; empleando el estiércol de vaca como principal residuo para la generación de biogás.

Ello es también respaldado por Luz Fábio et al., (2018, p.29), afirmando que los estiércoles de vaca no solo aportan nitrógeno (equilibrio de nutrientes) y alcalinidad (capacidad de amortiguación), sino que también proporcionan una alta actividad microbiológica, que es capaz de degradar la fibra vegetal, así como diluir el efecto de los compuestos tóxicos contenidos en los residuos agroalimentarios.

Pero ello es rechazado por Akyol Cagri, (2020, p.1), quien afirma que la producción de metano a partir del estiércol bovino es relativamente baja (de 150 a 290 Nm³ CH₄ t VS⁻¹), dependiendo de las prácticas de alimentación de los animales.

Así también Langone Michela et al., (2018) dice que la baja producción de metano se debe a la rigidez de las fibras lignocelulósicas, que consisten en celulosa (40-50%) y hemicelulosas (25- 35%), cubiertas por lignina (15-20%), que proporciona integridad y rigidez estructural, y limita la degradación enzimática de las lignocelulosas, al reducir la accesibilidad de las enzimas; lo que se informa del rendimiento final de metano del estiércol bovino era inferior a la mitad del rendimiento teórico de metano (468 ± 6 l Nm³ CH₄ t VS⁻¹).

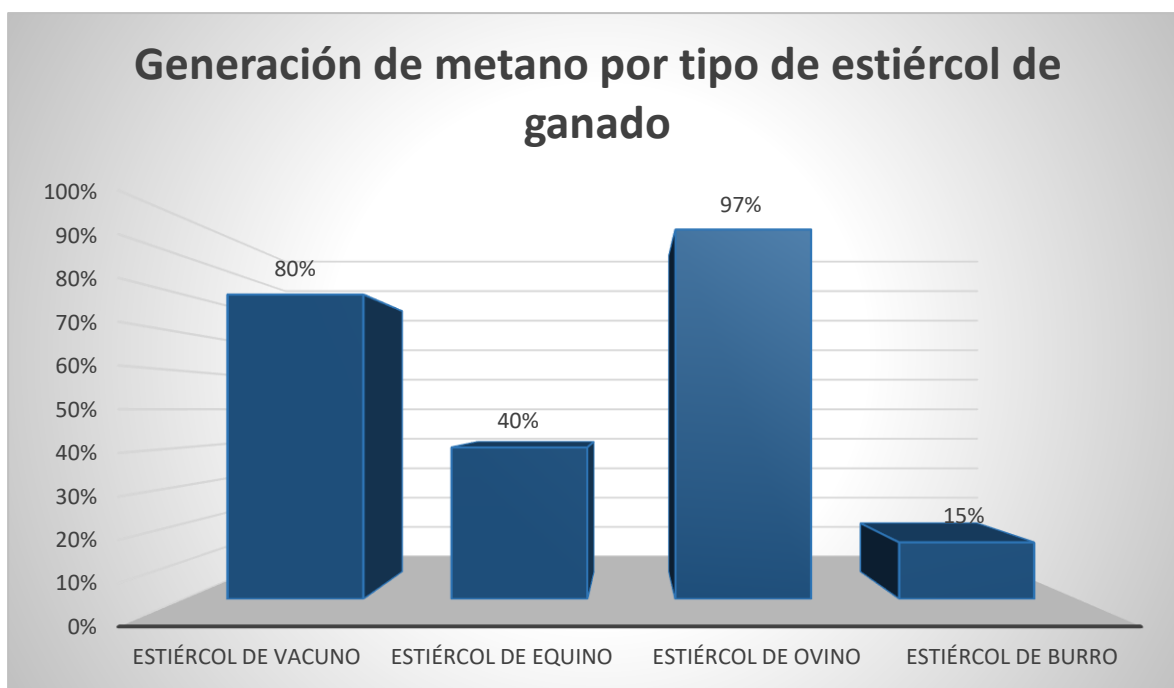
Además, Abdelsalam E. et al., (2016, p.5), afirma que las altas concentraciones de nitrógeno del estiércol bovino pueden ser responsables de la inhibición de las

bacterias metanogénicas, mientras que las propiedades de flujo no newtoniano pueden causar de los dispositivos de bombeo, una mezcla insuficiente, una transferencia de calor ineficaz y una deshidratación ineficaz, lo que hace que la inversión en plantas de biogás sea menos viable económicamente si el estiércol se trata como un sustrato único en la digestión aeróbica (AD).

4.3. Mayor fuente de generación del biogás elaborado con diferente estiércol de ganado

Por último, para identificar cuáles son las generaciones de biogás empleando diversos estiércoles de ganado se detalla el gráfico 6.

Gráfico N°6: Porcentaje de otros residuos presentes en la ganadería



Elaboración propia

De acuerdo a la comparación de los diversos estudios con respecto al Anexo N°2 se tiene que el estiércol ovino presenta el mayor porcentaje de generación de metano con un 97%, el estiércol vacuno representa una generación de metano del 80%, aunque, seguido se encuentra la producción de metano usando estiércol de equino con un 40% y por último el estiércol de burro con un 15%.

Los autores que presentaron altos porcentajes de biogás aplicando estiércol de ovino fueron Wang Xuemei et al., (2016) de acuerdo al anexo 2, mediante un pre tratamiento biológico obtuvo como resultado 103,2% más de rendimiento de metano. Esto

también es apoyado por Kavisa Ghalih H. et al., (2020), quien también con un pre tratamiento biológico del estiércol de oveja obtuvo un rendimiento de biogás entre un 86,8% y un 111,9% más alto en comparación con el control.

Estos resultados son también respaldados por Orrico Ana Carolina et al., (2021, p.1), en su estudio se llevó a cabo en un 43 diseño factorial que correspondió a cuatro niveles de PVS (0, 10, 20 y 30% de sólidos totales en el afluente) y tres tiempos de retención hidráulica (TRH; 12, 17 y 22 d). Se lograron mayores reducciones en la demanda química de oxígeno (DQO, 58,00 y 60,59%) y sólidos volátiles (VS, 75,91 y 79,44%) con la inclusión de 12,65 a 14,43% a los 17 y 22 d de TRH, respectivamente. Los HTR de 17 y 22 d presentaron una producción de biogás similar; sin embargo, el HTR de 17 d dio lugar a concentraciones más altas de metano en la composición del biogás (64,0%) en comparación con la de 22 d (62,2%).

Así también, los autores que respaldan los resultados del 80% de generación de metano empleando estiércol vacuno son: Langone Michela et al., 2018, Zielinski Marcin et al., 2019, Zou Shuzhen et al., 2016, Ormaechea Pedro et al., 2017, Ormaechea P. et al., 2018, Senol Halil et al., 2020, Zielinski Marcin et al., 2019, Yang Qiang et al., 2017, Passos Fabiana et al., 2017, Ramos-Suárez et al., 2017, Yuan Ye et al., 2019, Wahid Radziah et al., 2020, Ai Ping et al., 2019.

El autor Zielinski Marcin et al., 2019 también respalda lo anteriormente dicho, obteniendo una generación de biogás mayor al 60%, donde la mejora del biogás osciló entre el 59,6% y el 64,2%. Esto es también un resultado similar al que presentó Ormaechea Pedro et al., 2017, donde al realizar dos tipos de pre tratamientos en el que fue sin tratar presentó un rendimiento de metano de 1,07 L / L con un contenido de metano del 62,7% y en el ultrasonido un rendimiento de metano de 1,91 L / L con un contenido de metano del 70,2%.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. El tipo de sistema de digestión anaeróbica más empleada para la generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado es el pre tratamiento biológico en un 54%, esto debido a que la mayoría de los pretratamientos mecánicos, químicos y térmicos requieren un aporte energético o químico intensivo, lo que provoca una temperatura o un cambio de pH elevados, así como subproductos tóxicos en casos extremos; pero, el pretratamiento biológico, sin embargo, se realiza mediante la adición de microbios celulolíticos industriales o enzimas para descomponer los componentes lignocelulósicos en un ambiente suave y controlado.
2. Los tipos de residuos estiércol de ganado más usados para la generación de biogás son el estiércol vacuno en un 83%, estiércol ovino en un 9%, seguido del estiércol equino y de burro en un 4% cada uno; ello es debido a que el estiércol de vaca representa un excedente de desperdicio de estiércol en los sectores agrícolas de alimentos así también de acuerdo al alimento de las vacas el estiércol vacuno sobrante se vuelve más fibroso y diluye más fácilmente el efecto de los compuestos tóxicos contenidos en los residuos agroalimentarios.
3. La mayor fuente de generación del biogás elaborado con diferente estiércol de ganado se da en un nivel alto, donde con el estiércol ovino se presenta el mayor porcentaje de generación de metano con un 97%, el estiércol vacuno representa una generación de metano del 80%, aunque seguido se encuentra la producción de metano usando estiércol de equino con un 40% y por último el estiércol de burro con un 15%. Ello debido a que el estiércol vacuno y ovino presentan altos componentes lignocelulósicos y sus gremios microbianos fermentativos y metanogénicos pronunciados.

VI. RECOMENDACIONES

Con base a los estudios analizados se puede recomendar a los futuros investigadores los siguientes puntos:

1. Se recomienda explorar en el estiércol de vaca mediante la digestión anaeróbica a través de diferentes incentivos ampliamente a escala de laboratorio y a escala real, así mismo, realizar rangos de comparación con diferentes residuos de ganado y su porcentaje de producción de biogás, mostrando la eficiencia de cada uno para que los lectores tengan claro qué tipo de residuo presenta mejor eficiencia.
2. Se recomienda emplear estudios realizando una clasificación de como los aditivos como (metales traza, materiales a base de carbono, compuestos de bajo costo, nanomateriales y cultivos microbianos) ayudan al aumento de la generación de metano.
3. Se recomienda a los futuros investigadores aplicar pretratamientos mecánicos, térmicos y biológicos a gran escala; ya que en la mayoría de estudios encontrados solo se aplican a escala de laboratorio y la variación a gran escala puede presentar grandes diferencias.

REFERENCIAS

1. ABBAS, Yasir, et al. Valorization of solid waste biomass by inoculation for the enhanced yield of biogas. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2020, vol. 22, no 2, p. 513-522. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01799-6>
2. ABDELSALAM, E., et al. Comparison of nanoparticles effects on biogas and methane production from anaerobic digestion of cattle dung slurry. *Renewable Energy*, 2016, vol. 87, p. 592-598. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.10.053>
3. Al, Ping, et al. Different effects of ozone and aqueous ammonia in a combined pretreatment method on rice straw and dairy manure fiber for enhancing biomethane production. *Bioresource technology*, 2019, vol. 282, p. 275-284. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.021>
4. AKYOL, Çağrı. En busca de la relación óptima entre inóculo y sustrato durante la co-digestión anaeróbica de posos de café y estiércol de vaca. *Gestión e investigación de residuos*, 2020, vol. 38, no 11, pág. 1278-1283. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0734242X20914731>
5. AMATO, Laura, et al. Integrated Early Warning Surveillance: Achilles' Heel of One Health?. *Microorganisms*, 2020, vol. 8, no 1, p. 84. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010084>
6. AKYOL, Çağrı, et al. The fate of oxytetracycline in two-phase and single-phase anaerobic cattle manure digesters and its effects on microbial communities. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 2016, vol. 91, no 3, p. 806-814. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/jctb.4649>
7. AKYOL, Çağrı, et al. Biological pretreatment with *Trametes versicolor* to enhance methane production from lignocellulosic biomass: a metagenomic approach. *Industrial Crops and Products*, 2019, vol. 140, p. 111659. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111659>

8. BABA, I. A., et al. Traditional methods of carcass disposal: a review. *J Dairy Vet Anim Res*, 2017, vol. 5, no 1, p. 00128. Disponible en: <https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.05.00128>

9. BARTH, Johannes; BAUER, Thomas; SONNERY-COTTET, Bertrand. The "Jardé" Law: The shambles threatening to kill off clinical research in France. How to reconcile clinical research with data protection, informed consent and scientific rigor?. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research: OTSR*, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.09.001>

10. BAYARD, Rémy, et al. Mechanical pre-treatments of cattle manure before anaerobic digestion. En *HERAKLION 2019. 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management*. 2019. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02418024>

11. BLOCK-LIEB, Susan; HALLIDAY, Terence C. *Global lawmakers: International organizations in the crafting of world markets*. Cambridge University Press, 2017. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=lhs0DwAAQBAJ&lpg=PR9&ots=3X4C26qDqK&dq=world%20markets%20and%20trade&lr&hl=es&pg=PR9#v=onepage&q=world%20markets%20and%20trade&f=false>

12. BOATENG, Kofi K.; OBENG, George Y.; MENSAH, Ebenezer. Agricultural Greenhouse Gases from Sub-Saharan Africa. En *Greenhouse Gas Emissions*. Springer, Singapore, 2019. p. 73-85. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3272-2_6

13. BROWN, Molly E., et al. Do markets and trade help or hurt the global food system adapt to climate change?. *Food policy*, 2017, vol. 68, p. 154-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.02.004>

14. CAI, B. F., et al. Fine Resolution Carbon Dioxide Emission Gridded Data and Their Application for China. *Journal of Environmental Informatics*, 2019, vol. 33, no 2.

15. CHEN, Xiaoming, et al. Evaluation of beef cattle temperament by eye temperature using infrared thermography technology. *Computers and*

- Electronics in Agriculture, 2021, vol. 188, p. 106321. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106321>
16. Edwards, J. P., Mashlan, K., Dalley, D. E., & Pinxterhuis, J. B. (2016). A survey of dairy cow wintering practices in Canterbury, New Zealand. *Animal Production Science*, 57(7), 1323-1329. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/AN16459>
 17. EINARSSON, Rasmus; PERSSON, U. Martin. Analyzing key constraints to biogas production from crop residues and manure in the EU—A spatially explicit model. *PloS one*, 2017, vol. 12, no 1, p. e0171001. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171001>
 18. ERSOY, Erdinc; UGURLU, Aysenur. The potential of Turkey's province-based livestock sector to mitigate GHG emissions through biogas production. *Journal of environmental management*, 2020, vol. 255, p. 109858. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109858>
 19. GALFORD, Gillian L., et al. Agricultural development addresses food loss and waste while reducing greenhouse gas emissions. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 699, p. 134318. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134318>
 20. GLANVILLE, Thomas D., et al. Performance of a plastic-wrapped composting system for biosecure emergency disposal of disease-related swine mortalities. *Waste management*, 2016, vol. 48, p. 483-491. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.11.006>
 21. Holz, Christian, Sivan Kartha, and Tom Athanasiou. "Fairly sharing 1.5: national fair shares of a 1.5 C-compliant global mitigation effort." *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 18, no. 1 (2018): 117-134. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10784-017-9371-z>
 22. JAHRA, Fatima; KAWAHARA, Yoshihisa. Research on passive contaminant transport in a vegetated channel. En *Proceedings of the International Conference on Marine and Freshwater Environments (iMFE 2014)-Our Water, Our Future*. 2016.

23. JAISWAL, Bhavna, et al. Emission of Greenhouse Gases from Soil: An Assessment of Agricultural Management Practices. *En Plant Responses to Soil Pollution*. Springer, Singapore, 2020. p. 221-248. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-15-4964-9_14
24. JARWAR, Arshad Iqbal, et al. Biological assisted treatment of buffalo dung and poultry manure for biogas generation using laboratory-scale bioreactor. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2021, p. 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-01248-1>
25. KAVANAGH, I., et al. Mitigating ammonia and greenhouse gas emissions from stored cattle slurry using agricultural waste, commercially available products and a chemical acidifier. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 294, p. 126251. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126251>
26. KAVANAGH, I., et al. Mitigation of ammonia and greenhouse gas emissions from stored cattle slurry using acidifiers and chemical amendments. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 237, p. 117822. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117822>
27. KAVISA, Ghalih Hakiki, et al. The Effect of C/N Ratio and Pretreatment in Making Biogas from Tea Waste and Cow Manure in Liquid State Anaerobic Co-Digestion. *Waste Technology*, vol. 8, no 1, p. 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.14710/8.1.1-7>
28. KO, Jae Hac, et al. Effect of nickel-containing activated carbon on food waste anaerobic digestion. *Bioresource technology*, 2018, vol. 266, p. 516-523. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.07.015>
29. LANGONE, Michela, et al. Anaerobic digestion of cattle manure influenced by swirling jet induced hydrodynamic cavitation. *Applied biochemistry and biotechnology*, 2018, vol. 184, no 4, p. 1200-1218. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12010-017-2612-3>
30. LEAL FILHO, Walter, et al. (ed.). *African Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer International Publishing, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45106-6>

31. LECLERC, Alexandra; LAURENT, Alexis. Framework for estimating toxic releases from the application of manure on agricultural soil: National release inventories for heavy metals in 2000–2014. *Science of the Total Environment*, 2017, vol. 590, p. 452-460. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.117>
32. LI, Yu, et al. Strategies to boost anaerobic digestion performance of cow manure: Laboratory achievements and their full-scale application potential. *Science of the Total Environment*, 2020, p. 142940. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142940>
33. LI, Yu, et al. Co-digestion of cow and sheep manure: Performance evaluation and relative microbial activity. *Renewable Energy*, 2020, vol. 153, p. 553-563. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.041>
34. LIU, S., et al. Modeling of Dynamic Ammonia Concentrations in Two Commercial Layer Hen Houses. *Journal of Environmental Informatics*, 2019, vol. 33, no 1.
35. LUZ, Fábio Codignole, et al. Spent coffee enhanced biomethane potential via an integrated hydrothermal carbonization-anaerobic digestion process. *Bioresource technology*, 2018, vol. 256, p. 102-109. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.02.021>
36. MCVOITTE, Wilton PA; CLARK, O. Grant. The effects of temperature and duration of thermal pretreatment on the solid-state anaerobic digestion of dairy cow manure. *Heliyon*, 2019, vol. 5, no 7, p. e02140. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02140>
37. MEYER, A. K. P.; EHIMEN, E. A.; HOLM-NIELSEN, J. B. Future European biogas: Animal manure, straw and grass potentials for a sustainable European biogas production. *Biomass and Bioenergy*, 2018, vol. 111, p. 154-164. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.05.013>
38. MIR, Kaleem Anwar, et al. Comparative analysis of greenhouse gas emission inventory for Pakistan: Part II agriculture, forestry and other land use and waste. *Advances in Climate Change Research*, 2021, vol. 12, no 1, p. 132-144. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.accre.2021.01.003>

39. NEGRAL, L., et al. Inverted phase fermentation as a pretreatment for anaerobic digestion of cattle manure and sewage sludge. *Journal of environmental management*, 2017, vol. 203, p. 741-744. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.035>
40. NICOLOSO, R. da S., et al. Tecnologias para destinação de animais mortos na granja. Embrapa Suínos e Aves-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2017.
41. OGUGE, Nicholas, et al. *African Handbook of Climate Change Adaptation*. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45106-6>
42. ORRICO, Ana Carolina Amorim, et al. Can adding liquid hatchery waste to sheep manure potentialize methane production and add value to sheep farming?. *Environmental Technology & Innovation*, 2021, vol. 24, p. 101866. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101866>
43. ORMAECHEA, Pedro, et al. Influence of the ultrasound pretreatment on anaerobic digestion of cattle manure, food waste and crude glycerine. *Environmental technology*, 2017, vol. 38, no 6, p. 682-686. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2016.1208278>
44. ORMAECHEA, P., et al. Enhancement of biogas production from cattle manure pretreated and/or co-digested at pilot-plant scale. Characterization by SEM. *Renewable Energy*, 2018, vol. 126, p. 897-904. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.04.022>
45. PASSOS, Fabiana; ORTEGA, Valentina; DONOSO-BRAVO, Andrés. Thermochemical pretreatment and anaerobic digestion of dairy cow manure: experimental and economic evaluation. *Bioresource technology*, 2017, vol. 227, p. 239-246. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.034>
46. PURDY, Andrew, et al. Towards sustainable farming: feasibility study into energy recovery from bio-waste on a small-scale dairy farm. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 174, p. 899-904. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.018>

47. QASIM, Waqas, et al. Effects of an aluminum sulfate and ferric chloride blend on poultry litter characteristics in vitro. *Journal of Applied Poultry Research*, 2018, vol. 27, no 1, p. 92-102. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/japr/pfx046>
48. RAMOS-SUÁREZ, Juan Luis, et al. Alkaline and oxidative pretreatments for the anaerobic digestion of cow manure and maize straw: Factors influencing the process and preliminary economic viability of an industrial application. *Bioresource technology*, 2017, vol. 241, p. 10-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.054>
49. Regueiro, I., Coutinho, J., Gioelli, F., Balsari, P., Dinuccio, E., & Fangueiro, D. (2016). Acidification of raw and co-digested pig slurries with alum before mechanical separation reduces gaseous emission during storage of solid and liquid fractions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 227, 42-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.04.016>
50. ŞENOL, Halil, et al. Anaerobic digestion of cattle manure, corn silage and sugar beet pulp mixtures after thermal pretreatment and kinetic modeling study. *Fuel*, 2020, vol. 263, p. 116651. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116651>
51. TSAPEKOS, Panagiotis, et al. Improving methane production from digested manure biofibers by mechanical and thermal alkaline pretreatment. *Bioresource technology*, 2016, vol. 216, p. 545-552. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.05.117>
52. RICHARDS, Meryl B., et al. Fertilizers and low emission development in sub-Saharan Africa. 2016. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0001-8611-6781>
53. RICHARDS, Meryl Breton; WOLLENBERG, Eva; VAN VUUREN, Detlef. National contributions to climate change mitigation from agriculture: allocating a global target. *Climate Policy*, 2018, vol. 18, no 10, p. 1271-1285. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1430018>
54. Robiou du Pont, Yann, M. Louise Jeffery, Johannes Gutschow, Joeri Rogelj, Peter Christoff, and Malte Meinshausen. "Equitable mitigation to achieve the

Paris Agreement goals." (2017). Disponible en:
<https://doi.org/10.1038/NCLIMATE3210>

55. SAKADEVAN, K.; NGUYEN, M.-L. Livestock production and its impact on nutrient pollution and greenhouse gas emissions. *Advances in agronomy*, 2017, vol. 141, p. 147-184. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.10.002>
56. SAKADEVAN, K.; NGUYEN, M. L. Livestock production and its impact on nutrient pollution and greenhouse gas emissions. 2016. Disponible en: SSN 1011-2650
57. SCARLAT, Nicolae, et al. A spatial analysis of biogas potential from manure in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 94, p. 915-930. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.035>
58. SCARLAT, Nicolae, et al. Renewable energy policy framework and bioenergy contribution in the European Union—An overview from National Renewable Energy Action Plans and Progress Reports. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 51, p. 969-985. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.062>
59. SHAKOOR, Awais, et al. Biogeochemical transformation of greenhouse gas emissions from terrestrial to atmospheric environment and potential feedback to climate forcing. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, p. 1-24. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10151-1>
60. SHUKLA, P. R., et al. IPCC, 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 2019. Disponible en: www.yannarthusbertrand.org
61. SOMMER, Sven G., et al. Transformation of organic matter and the emissions of methane and ammonia during storage of liquid manure as affected by acidification. *Journal of environmental quality*, 2017, vol. 46, no 3, p. 514-521. Disponible en: <https://doi.org/10.2134/jeq2016.10.0409>

62. TAO, Bing, et al. Enhancement of microbial density and methane production in advanced anaerobic digestion of secondary sewage sludge by continuous removal of ammonia. *Bioresource technology*, 2017, vol. 232, p. 380-388. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.02.066>
63. TÁPPARO, Deisi Cristina, et al. Co-digestion of animal manure and carcasses to increase biogas generation. En *Improving Biogas Production*. Springer, Cham, 2019. p. 99-116. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-10516-7_5
64. TÁPPARO, Deisi Cristina, et al. Sanitary effectiveness and biogas yield by anaerobic co-digestion of swine carcasses and manure. *Environmental technology*, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1508256>
65. USDA (2018) *Livestock and poultry: world markets and trade*.
66. VAROL, Ayhan; UGURLU, Aysenur. Comparative evaluation of biogas production from dairy manure and co-digestion with maize silage by CSTR and new anaerobic hybrid reactor. *Engineering in Life Sciences*, 2017, vol. 17, no 4, p. 402-412. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/elsc.201500187>
67. WAHID, Radziah, et al. Improved anaerobic biodegradability of wheat straw, solid cattle manure and solid slaughterhouse by alkali, ultrasonic and alkali-ultrasonic pre-treatment. *Environmental technology*, 2020, vol. 41, no 8, p. 997-1006. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1516802>
68. WANG, Xuemei, et al. Study on the bio-methane yield and microbial community structure in enzyme enhanced anaerobic co-digestion of cow manure and corn straw. *Bioresource technology*, 2016, vol. 219, p. 150-157. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.07.116>
69. Wollenberg, Eva, Meryl Richards, Pete Smith, Petr Havlík, Michael Obersteiner, Francesco N. Tubiello, Martin Herold et al. "Reducing emissions from agriculture to meet the 2 C target." *Global change biology* 22, no. 12 (2016): 3859-3864. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/gcb.13340>


70. XU, Hongfei, et al. Improving performance and phosphorus content of anaerobic co-digestion of dairy manure with aloe peel waste using vermiculite. *Bioresource technology*, 2020, vol. 301, p. 122753. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122753>
71. YANG, Qiang, et al. Comparative study of chemical pretreatments of dairy manure for enhanced biomethane production. *BioResources*, 2017, vol. 12, no 4, p. 7363-7375.
72. YÉO, Wonnan Eugène, et al. Vulnerability and adaptation to climate change in the Comoe River Basin (West Africa). *SpringerPlus*, 2016, vol. 5, no 1, p. 1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/bg-2015-620>, 2016
73. YUAN, Ye, et al. Thermal-alkali and enzymes for efficient biomethane production from co-digestion of corn straw and cattle manure. *BioResources*, 2019, vol. 14, no 3, p. 5422-5437.
74. ZHANG, Lei, et al. Influence of Temperature and pH on Methanogenic Digestion in Two-phase Anaerobic Co-digestion of Pig Manure with Maize Straw. *Journal of Residuals Science & Technology*, 2016, vol. 13.
75. ZIELIŃSKI, Marcin, et al. Cavitation-based pretreatment strategies to enhance biogas production in a small-scale agricultural biogas plant. *Energy for Sustainable Development*, 2019, vol. 49, p. 21-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.12.007>
76. ZIELIŃSKI, Marcin, et al. Comparison of microwave thermohydrolysis and liquid hot water pretreatment of energy crop *Sida hermaphrodita* for enhanced methane production. *Biomass and Bioenergy*, 2019, vol. 128, p. 105324. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105324>
77. ZOU, Shuzhen, et al. Application of experimental design techniques in the optimization of the ultrasonic pretreatment time and enhancement of methane production in anaerobic co-digestion. *Applied Energy*, 2016, vol. 179, p. 191-202. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.120>
78. ZOU, Shuzhen; KANG, Di. Relationship between anaerobic digestion characteristics and biogas production under composting pretreatment.

Renewable Energy, 2018, vol. 125, p. 485-494. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.112>

79. ZULKIFLI, Zulfah Binti, et al. The effect of *A. Fumigatus* SK1 and *trichoderma* sp. on the biogas production from cow manure. *Malays. J. Fundam. Appl. Sci*, 2018, vol. 14, p. 353-359.

Anexos

ANEXOS N° 1:

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	
TITULO:		
DATOS DEL AUTOR: NOMBRE(S)		
PAGINAS UTILIZADAS:	AÑO DE PUBLICACION:	LUGAR DE PUBLICACION:
TIPO DE INVESTIGACION:		
CÓDIGO:		
PALABRAS CLAVES :		
TIPO DE PRE TRATAMIENTO DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA:		
TIPOS DE RESIDUOS ESTIÉRCOL DE GANADO:		
PORCENTAJE DE GENERACIÓN DE BIOGÁS:		
RESULTADOS :		
CONCLUSIONES:		

Elaboración propia

Anexo N°2: Generación de biogás mediante la aplicación de estiércol de ganado

SUSTRATO	CONDICIÓN PREVIA AL TRATAMIENTO	TIPO DE SISTEMA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA (AD)	TIPO DE PRE TRATAMIENTO	GENERACIÓN DE METANO	REFERENCIA
ESTIÉRCOL DE VACA	Triturar, mezclar y licuar	Lote mesofílico	Biológico	Rendimiento de metano en un 12% más alto con el pretratamiento de mezcla	Bayard R. et al., 2020
ESTIÉRCOL DE VACA, FIBRA Y ESTIÉRCOL DE VACA	Papel de lija, placa lisa, placa de control, alcalina térmica	Lote termofílico y semicontinuo	Químico	El pretratamiento térmico alcalino más eficiente mejoró el rendimiento de metano en un 26% -Pre tratamiento alcalino: NaOH	Tsapekos Panagiotis et al., 2016
ESTIÉRCOL DE VACA + LODOS DE DEPURADORA	Separación sólido-líquido	Continuo mesofílico	Biológico	La tasa de producción de biogás aumentó de 0,3 L / L·día a 0,7 L / L·día T°: 37 °C en 10 días	Negral L. et al., 2017
ESTIÉRCOL DE VACA	Cavitación hidrotermal	Lote mesofílico	Biológico	Incremento insignificante del rendimiento de metano (3%)	Langone Michela et al., 2018

ESTIÉRCOL DE VACA + PAJA DE TRIGO	Ultrasonidos, cavitación hidrotermal	Lote mesofílico - Mesofílico continuo	Biológico Térmico	Lote: la mejora del biogás osciló entre el 59,6% y el 64,2% y entre el 35,6% y el 39,4% para el ultrasonido y la cavitación hidrotermal, respectivamente. Continuo: la mejora del biogás osciló entre el 24,6% y el 16,5% para el ultrasonido y la cavitación hidrotermal, respectivamente.	Zielinski Marcin et al., 2019
ESTIÉRCOL DE BURRO + PAJA DE TRIGO	Ultrasonido	Lote a temperatura ambiente	Térmico	15,2% más de rendimiento de metano en comparación con el control	Zou Shuzhen et al., 2016
ESTIÉRCOL DE VACA + PAJA DE MAÍZ	Ultrasonido	Lote mesosférico	Biológico	Rendimiento de biogás un 14,8% y un 43,9% más alto para una duración de ultrasonido de 20 y 30 minutos, respectivamente	
ESTIÉRCOL DE VACA + DESPERDICIO DE COMIDA + GLICERINA BRUTA	Ultrasonido	Continuo termofílico	Biológico	Sin tratar: rendimiento de metano de 1,07 L / L con un contenido de metano del 62,7% Ultrasonido: rendimiento de metano de 1,91 L / L con un contenido de metano del 70,2% Estiércol de ganado: 87% (CM), desperdicios de comida: 10% (FW) y glicerina bruta: 3% (Gly)	Ormaechea Pedro et al., 2017
ESTIÉRCOL DE VACA + GLICERINA	Ultrasonido	Reactor de lecho inducido termofílico	Biológico	58,6% más de rendimiento de metano	Ormaechea P. et al., 2018

ESTIÉRCOL DE CABALLO	Adición de calor a 125°C	Lote mesofílico	Térmico	Solo un caso produjo más biogás (aumento del 34%) que el control Temperatura: 125 ° C, 37,5 min	McVoitte Wilton y Clark, 2019
ESTIÉRCOL DE VACA + ENSILAJE DE MAÍZ + PULPA DE REMOLACHA AZUCARERA	Adición de calor a 100 ° C, 120 ° C, 150 ° C y 180 ° C	Lote mesofílico	Térmico	Rendimiento de biogás incremental del 8,3 al 100,3% El mayor rendimiento de biogás fue de 362,1 mL / g de TS en el reactor Temperatura: 180 ° C durante 60 min.	Senol Halil et al., 2020
ESTIÉRCOL DE VACA + SIDA HERMAFRODITA	Microondas, agua caliente líquida	Lote mesofílico	Térmico	Microondas: rendimiento de metano: 590 NL / kg VS (39,1% más que en el control) Agua caliente: rendimiento de metano: 575 NL / kg VS (35,6% más que en el control) Temperatura óptima: 150 °C	Zielinski Marcin et al., 2019
ESTIÉRCOL DE VACA	H ₂ SO ₄ , NaSO ₃ , Na(OH) ₂ , polietilenglicol, tiourea	Lote mesofílico	Químico	Se obtuvo un rendimiento de metano entre un 6,8% y un 50% más alto	Yang Qiang et al., 2017
ESTIÉRCOL DE VACA	Termoquímica	Lote mesofílico	Térmico	El potencial de metano aumentó un 23,6% con un 10% de NaOH a 100 ° C durante 5 min El potencial de metano aumentó un 20,6% con un 2% de HCl a 37 ° C durante 12 h	Passos Fabiana et al., 2017

ESTIÉRCOL DE VACA	CaO, ácido peracético (PAA) y una combinación de ambos	Lote mesofílico	Químico	Incremento de la producción de biogás: CaO: 26,1%; ácido peracético: 39,1%; CaO + ácido peracético: 156,5%	Ramos-Suárez et al., 2017
ESTIÉRCOL DE VACA + PAJA DE MAÍZ	Térmica alcalina y enzimática	Lote mesofílico	Térmico biológico	Térmico alcalino: 31,8% de mejora del rendimiento de metano Térmico-alcalino + enzima: 45,8% -61,4% de mejora del rendimiento de metano	Yuan Ye et al., 2019
ESTIÉRCOL DE VACA	KOH, ultrasonido y KOH-ultrasonido	Lote mesofílico	Químico	Sin mejora significativa para el pretratamiento individual, mientras que el pretratamiento combinado mejoró el rendimiento de metano en un 19,6%	Wahid Radziah et al., 2020
FIBRA ESTIÉRCOL DE VACA	Amoníaco acuoso, O ₃ y una combinación de ambos	Lote mesofílico	Químico	El amoníaco acuoso y el O ₃ combinados aumentaron significativamente la producción de biogás en un 6.2-8.8% en comparación con el O ₃ solo, mientras que el 55.3-103.6% en comparación con el amoníaco acuoso solo	Ai Ping et al., 2019
ESTIÉRCOL DE VACA	Prefermentado mesofílico	Continuo mesofílico de dos etapas	Biológico	15,3% más de rendimiento de metano Adición de: <i>Firmicutes</i> y <i>Gammaproteobacteria</i>	Akyol Cagri et al., 2016

ESTIÉRCOL DE VACA + PAJA DE ARROZ	Compostaje	Lote mesofílico	Biológico	Se logró una mejora del rendimiento de biogás hasta en un 166%	Zou y Kang, 2018
CULTIVOS DE CEREALES + ESTIÉRCOL DE VACA	Hongo <i>T. versicolor</i>	Lote mesofílico	Biológico	Se obtuvo un rendimiento de metano entre un 15% y un 18% mayor	Akyol Cagri et al., 2019
ESTIÉRCOL DE VACA	Hongos <i>A. fumigatus SK1</i> y <i>Trichoderma sp.</i>	Lote mesofílico	Biológico	Ambos pretratamientos generaron mayor rendimiento de metano con el mayor rendimiento de metano (0.023 L / gVS) obtenido por <i>A. fumigatus SK1</i>	Zulkifli Zulfah, 2018
ESTIÉRCOL OVEJA + PAJA DE MAÍZ	Celulasa	Lote mesofílico	Biológico	103,2% más de rendimiento de metano	Wang Xuemei et al., 2016
ESTIÉRCOL OVEJA + RESIDUOS DE TÉ	Consortio microbiano	Temperatura ambiente	Biológico	Rendimiento de biogás entre un 86,8% y un 111,9% más alto en comparación con el control	Kavisa Ghali H. et al., 2020

Elaboración propia