



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Producción y caracterización de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORA:

Br. Coronado Canales, Lidia del Miagro (ORCID: 0000-0002-9643-9290)

ASESOR:

Mg. Rivera Calle, Omar (ORCID: 0000-0002-1199-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Dios y con todo mi amor y cariño para mi hermosa madre, por su sacrificio, apoyo incondicional y esfuerzo para darme una carrera para el futuro.

A ella por ser la persona quien confió en mí y ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

Muchas gracias mamá Cruz.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme llegar al punto donde me encuentro, a mi adorada madre por estar allí siempre conmigo dándome su apoyo incondicional y a todas las personas que fueron parte del desarrollo de este proyecto.

Página del Jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Coronado Canales Lidia del Miagro, identificado con DNI N° 74736730 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad César Vallejo, sede Piura, declaro que el trabajo académico titulado “PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE LODOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LAS PLANTAS PROCESADORAS DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS EN PAITA – PIURA 2019” presentada para la obtención del Título Profesional de Ingeniería Industrial es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda la cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo. Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- Asimismo autorizo a la Universidad Cesar Vallejo publicar la presente investigación si cree conveniente.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determine el procedimiento disciplinario.

Piura, 03 de Diciembre del 2019.



Coronado Canales, Lidia del Miagro.

DNI N°: 74736730

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
II. MÉTODO	9
2.1. Diseño de Investigación.....	9
2.2. Variables, operacionalización.....	10
2.3. Población y muestra.....	12
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.5. Métodos de análisis de datos	14
2.6. Aspectos éticos	14
III. RESULTADOS	16
IV. DISCUSIÓN.....	21
V. CONCLUSIONES.....	23
VI. RECOMENDACIONES	24
REFERENCIAS.....	25
ANEXOS.....	30

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es producir biogás metano a partir de lodos orgánicos provenientes de los residuos industriales de productos hidrobiológicos de las principales plantas procesadoras de la ciudad de Paita, utilizando un diseño de la investigación tipo experimental para hallar el mejor tratamiento en la producción de metano, las conclusiones de la presente investigación fueron que el proceso productivo que inicia con la obtención del lodo y estomago de vaca con contenido estomacal, se produce el pesaje de estos insumos, mezcla de los insumos, hidrolisis, metanogénesis, se realiza una caracterización de los gases, las bacterias presentes en los lodos orgánicos pertenecen al grupo Coliformes, entre ellas la de mayor importancia *Escherichia coli*, el biogás que se produjo a partir de lodos orgánicos procedentes de las plantas procesadoras de hidrobiológicos de la ciudad de Paita en el año 2019, presentó en su mejor tratamiento (N°03) un porcentaje de metano (CH₄) 35%, dióxido de carbono (CO₂) 60%, y un 2% de otros gases, siendo el costo de producción de 983.50 nuevos soles, siendo los costos variables y mano de obra los más elevados.

Palabra Claves: Biogás, metano, lodo orgánico, biodigestor.

ABSTRACT

The aim of this research is to produce biogas methane from organic sludge from the industrial waste of hydrobiological products of the main processing plants of the city of Paita, using an experimental research design to find the best treatment in methane production, the conclusions of the present investigation were production process that begins with the obtaining of sludge and stomach of cow with stomach content, occurs the weighing of these inputs, mixing of inputs, hydrolysis, metanogenesis, a characterization of the gases is carried out, the present bacteria in the organic sludge belong to the Coliformes group, among them the most important *Escherichia Coli*, the biogas produced from organic sludge from hydrobiological processing plants in the city of Paita in 2019, presented in its best treatment (number three) with a methane percentage of thirty-five, carbon dioxide with sixty percent, and two percent of other gases, with the production cost of 983.50 nuevos soles, with variable costs and labor being the highest.

Keywords: Biogas, methane, organic sludge, biodigester.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La pesca según datos de la FAO en los últimos años se ha realizado en promedio una pesca de 93.4 millones de toneladas anuales, de igual forma se ha producido subproductos no comestibles que equivalen a 200 o 500 millones de dólares anuales, entre estos subproductos se encuentran los residuos de materia orgánica, que se eliminan conjuntamente con la sanguaza y son tratados en las PTAR de las mismas plantas procesadoras de alimentos hidrobiológicos, dándose algunas veces poco uso, e incluso originando la contaminación de las playas cercanas a través de su eliminación al ambiente mediante emisores submarinos, incumpliendo las leyes Ministerio de la Producción, (2018)

En el mundo de la agricultura ya se viene utilizando los residuos orgánicos de las cosechas ricos en nutrientes y los residuos producidos por el ganado para generar fertilizantes y en un poco medida para generar biogás de modo casero Ministerio de Agricultura del Perú, (2011), pero es poca la cantidad de biogás producido a partir de los residuos industriales de productos hidrobiológicos, esta falta de aprovechamiento, por lo general se debe al desconocimiento y temor a invertir en procesos que traten y busquen desarrollar nuevos productos que aleje a las empresas de su zona de confort, evitando desarrollo de la investigación que genere nuevas tecnologías, sobre todo en la producción de energía.

De seguir la producción de desechos provenientes de los productos hidrobiológicos, que no sean reutilizados o dándoles un valor agregado, se verán las empresas obligadas a gastar dinero para descontaminar sus residuos y buscar nuevos lugares para su disposición final, pudiéndose aprovechar estos desechos, generando ingresos para crear nuevas ideas de negocio, o peor aún que estos residuos contaminen el ambiente creando daños ecológicos que perjudiquen el equilibrio dinámico del ambiente y la salud de las personas que se encuentran en el área de influencia de estas compañías, otro de los peligros de no actuar dándoles un valor agregado a estos productos de desecho es que las empresas de productos hidrobiológicos, realizan pagos por estos subproductos que no los pueden reaprovechar y generar valor, incrementando sus costos de producción.

La presente investigación buscó reutilizar los desechos orgánicos producidos en las empresas de hidrobiológicos, dándoles un valor agregado a estos residuos, los que generan ingresos a partir de la producción de biogás, que produce energía, se pudo además

caracterizar el biogás, para asegurarse que se cumpla con lo especificado en el manual de biogás de la FAO, existiendo una mayor cantidad de metano, producto del metabolismo bacteriano que lleve a descomponer los nutrientes orgánicos que se encuentran en estos lodos orgánicos.

Como bases teóricas utilizadas para elaborar la presente investigación tenemos a Hernandez, Sánchez, Beteau, & Jiménez (2014) en su trabajo de investigación titulado “Análisis de un proceso de tratamiento de efluentes para producción de metano” publicado en la Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, tuvo como objetivo evaluar que efecto produce inmovilizar bacterias en un sustrato sólido, que producen la degradación de este sustrato y dan como resultado un biogás, la metodología utilizada en el proceso consistió en realizar una anaerobiosis en etapas sucesivas que son hidrólisis, acidogénesis, la acetogénesis como tercera etapa, la última etapa es la metanogénesis. Las conclusiones de la investigación que la velocidad de la hidrólisis se ve afectada con el ingreso de nuevos productos al proceso, disminuyendo la velocidad, cuando se inmovilizan las bacterias en el sustrato, se mejoran los productos de la reacción anaeróbica, las bacterias en este tipo de sustrato necesitan mayor cantidad de tiempo para llegar a la fase estacionaria, lo que produce que haya una mayor cantidad de microorganismos, se logró identificar que además que el número de microorganismos en el sistema, el pH, y la degradación del sustrato son las variables a controlar en el proceso, la cantidad de metano que se produce aumenta durante la fase logarítmica del crecimiento bacteriano, disminuyendo en la fase estacionaria.

Como segundo trabajo de investigación tomado como antecedente se encuentra Coltro, Schimer, Martins, Franqueto, & Thomé (2018) en su trabajo de investigación titulado “Estimación de la producción de biogás en aterro sanitario subtropical brasileño” publicado en la revista en Agronegocios y medio ambiente, tuvo como objetivo analizar el potencial generado por biogás de relleno sanitario, la metodología de la investigación consistió en utilizar muestras de residuos orgánicos recogidas del relleno sanitario, utilizando un inóculo de lodo reactivo de un lecho fluidificado anaeróbico. Las conclusiones de la investigación fueron al utilizar un biodigestor de banco resulta ser más económico y de una operación más fácil que estudios de campo, la generación teórica de gas puede llegar a ser el triple de lo obtenido en la parte práctica de la investigación, esto dependiendo de la carga orgánica que presente el sustrato, se obtuvo en el ensayo fue de

976 toneladas/año, donde teóricamente se podría calcular 1496 toneladas/año.

Otro trabajo utilizado como base para nuestra investigación es el de Aguilar & Blanco (2018) cuya investigación titulada “Recuperación de metano y reducción de emisiones en PTAR Nuevo Laredo, Tamaulipas, México” publicada en la revista de Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua, tuvo como objetivo recuperar energía de los lodos activos que se extraen de las aguas residuales, a través de la generación de metano, para esta investigación se utilizó una PTAR con procesos anaeróbicos para tratar los lodos tipo zanjas de oxidación, la conclusión de la investigación pudo reducir en un 50% el volumen de materia orgánica que se produjo, reduciendo en un 21% las emisiones de gases de efecto invernadero, el volumen de biogás producto diario fue de 1164.28 m³/día.

De igual forma Venegas (2013) en su tesis titulada “Producción de biogás a partir de los biosólidos provenientes del tratamiento de aguas servidas utilizando diferentes razones inóculo/sustrato” de la Universidad de Concepción – Chile, tuvo como objetivo evaluar la relación inóculo sustrato en digestión anaeróbica para producir biogás a partir de biosólidos que se originan en aguas servidas, en esta investigación se utilizó 10 reactores de tipo BACH con un volumen de tratamiento de 150 ml a una temperatura de 35°C, al que se le adicionó hidróxido de sodio a 20g/l, el cual sirvió para desplazar volumen de sustrato, aquí se le adicionó concentraciones de inóculo y sustrato en concentraciones de 1:0, 1:1; 2:5;1:2;2:1, las conclusiones de la investigación fueron la cantidad de inóculo sustrato que produjo mayor cantidad de gas fue de 1:1 con un volumen de producción de 158,12 mlCH₄/gSV₀, mientras que la producción menor de gas se dio en la concentración de inóculo sustrato de 2:1, con una producción de 5,65 mlCH₄/gSV₀, se presentó una mineralización de 46.16% a 53.67%, en una relación de inóculo – sustrato de 2:5, la cinética del metano varía entre 0.4 y 1 ml de inóculo/ml de sustrato.

Las teorías que describen los procesos que se desarrollarán durante la presente investigación detallan que se conoce los lodos como mezclas de dos sustancias o más que presentan dos fases distintas una sólida suspendida en un medio líquido, la composición de estos lodos va a depender del tipo de producción y de materias utilizadas en ella, las mismas que por lo general provienen de manejo de aguas residuales que se contienen en algunos efluentes (lodos primarios), o por otra parte pueden ser formados estos lodos por

sólidos que recientemente se encuentren suspendidos en un medio líquido (lodos activados), cuando estos sólidos se encuentran formados de materia orgánica proveniente de algún proceso industrial se pueden llamar lodos orgánicos, estos lodos algunas veces pueden ser desechados al ambiente sin ningún tipo de tratamiento previo, lo que genera un impacto negativo en el ambiente, lo cual no es viable, por este motivo se realiza una estabilización de estos lodos para evitar causen daño sobre el ambiente y las personas que puedan tener contacto con ellos. Estos lodos además de contener metales pesados pueden contener microorganismos patógenos tales como coliformes y salmonella, de igual modo puede contener materia rica en nitrógeno y fósforo, su descomposición mediante el tipo de microorganismos correctos puede producir la generación de gases que pueden contener dióxido de carbono e incluso metano Gomez & Merchan (2016); Londoño & Chaparro (2012).

Se detalla que el biocombustible se le conoce como toda la biomasa que se utiliza para producir energía ya sea de forma directa o través de un proceso de transformación en un subproducto, esto se utiliza mayormente para obtener alcohol etílicos, biodiesel, metanol, hidrógeno o metano, siendo estos una fuente que permite el funcionamiento de las máquinas automotores, estos productos reducen las emisiones de gases de efecto invernadero tales como SO_2 y CO_2 , entre otros gases que pueden contaminar el ambiente Almanza (2011); Laksmi (2019).

Así mismo los biodigestores son un sistema realizado para hacer más fácil la proliferación y el crecimiento de microorganismos, sobre todo si son anaerobios y metanogénicos, los que realizan la degradación de la materia orgánica, produciendo una mezcla de gases como dióxido de carbono y metano, los biodigestores constan de un tanque, además de tuberías para carga de materia prima, además de un depósito de almacenamiento del gas Almanza (2011); Duran, Ramirez, Bravo & Rojas (2012).

Los biodigestores también se definen como el ambiente necesario para que se descomponga el material orgánico, en ausencia de oxígeno, denominándose digestión anaeróbica a este proceso, en este equipo de biodigestión se pueden desarrollar una serie de bacterias, este equipo puede constar de un depósito donde se coloca la materia orgánica, aquí es donde se lleva a cabo el proceso, el mismo que se encuentra conectado

a una salida de biol y otra para el biogás, que va a bolsas de almacenamiento, este biogás es factible de utilizarlo en lámparas y cocinas, de igual forma presenta este quipo una válvula de seguridad para aliviar la presión y para filtrar el sulfuro de hidrógeno Ministerio de Agricultura del Perú (2011), Batista (2019).

Se define la digestión anaeróbica es un proceso que consiste en convertir desechos de origen orgánico, en un ambiente anóxico, en gas que puede ser usado como combustible, el cuál contienen alto porcentaje de metano, además que genera un residuo fluente, rico en nitrógeno, que se le denomina abono orgánico, el proceso de digestión anaeróbica por lo general transcurre en tres etapas, la hidrólisis, acidogénesis y la metanogénesis Madigan, Martinko, & Parker (2004); Hasan (2018); Frankel (1986).

Se define la hidrólisis como el proceso donde se disuelven los materiales orgánicos crudos, la cual contienen generalmente carbohidratos, lípidos y proteínas, esto ocurre por acción de enzimas secretadas al exterior por bacterias anaeróbicas o facultativas, descomponiendo estos productos orgánicos en otros más simples, la temperatura a la que se lleva a cabo este proceso es entre 20 a 35 °C, cuando la temperatura es mayor, estas pueden presentarse como esporas y ser del género clostridium Madigan, Martinko, & Parker (2004); Keating, Cysneiros, Mahony & Oflaherty (2012).

Acidogénesis es la segunda etapa del proceso de formación del metano, donde las sustancias simples que se obtuvieron en la hidrólisis se convierten en ácidos de tipo orgánico, que pueden ser volátiles, siendo estos ácido acético, propiónico y butírico, de estos productos solamente el ácido acético da origen al 70% del metano. Las bacterias acetogénicas producen la degradación de ácidos grasos de cadena larga en ácido acético Jay (1992); Li (2018).

La metanogénesis es el proceso donde ácidos orgánicos simples producidos en la acetogénesis se transforman en metano mediante la descomposición, estabilización, dando como resultado dos productos metano y anhídrido carbónico Madigan, Martinko, & Parker (2004); Antoshkina & Ryabinkina (2018); Perez, Schwarz & Urrutia (2017).

El biogás se conoce así al gas metano, que se produce mediante el proceso de digestión anaeróbica de desperdicios de agrícolas, o de biomasa como guano de animales, o humanos, así como productos de desechos industriales, este biogás es más liviano que el aire, y posee una temperatura a la que se combustiona que es a los 700°C, y alcanzando una temperatura de llama de 870°C, los productos que conforman el biogás según el instituto de investigación eléctrica de México es Almanza (2011); Knauer, Scholwin & Nelles (2018), donde los principales componentes del biogás fueron metano CH₄ 60 – 70%, dióxido de carbono CO₂ 30 – 40%, hidrógeno (H₂) 1%, Nitrógeno 0.5%, monóxido de carbono 0.1%, oxígeno 0.1%, ácido sulfhídrico 0.1%.

De igual forma la FAO define el biogás como la mezcla de tipo gaseosa, que tienen como contenido metano y dióxido de carbono, además de distintos contaminantes, dependiendo la composición de este biogás de la materia orgánica de desecho utilizada en su formación, y se inflama cuando la concentración de este gas es superior al 45%, presentando este biogás propiedades específicas que se muestran en la siguiente tabla Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (2011), Parra (2019).

El pH en la anaerobiosis se ve modificado fuera de los rangos óptimos a los cuales se desarrollan las bacterias, pero los organismos que realizan la formación de metano presentan amplios rangos de variación del pH, y para que este proceso de metanogénesis se vea favorecido, el rango de pH no debe de variar de 6 - 8, si este proceso presenta rangos inferiores de pH que 6 es pobre su producto en metano y contiene más CO₂, lo que le confiere menores propiedades energéticas Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (2011); Do Amaral, Aisse & Possetti (2019).

Durante el proceso de anaerobiosis de la metanogénesis existe una cantidad de sustancias que pueden ser tóxicas e incluso inhibir el proceso como los ácidos grasos volátiles, debido a que estos se encuentran en la atmósfera a una concentración de 50 -250 mgHAc/l, acumulándose estos compuestos cuando se rompe la metanogénesis y la

acidogénesis, esto debido a la toxicidad del amoníaco, metales pesados, sulfuros, compuestos orgánicos sintéticos, otro parámetro determinante en la metanogénesis son las variaciones de las condiciones del ambiente como el pH, la temperatura y el potencial redox o la cantidad de nutrientes Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (2011); Denise (2018).

Como interrogante general de la investigación se presenta en forma de enunciado se podrá producir biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019 para poder caracterizarlo, así mismo como primera interrogante específica se presenta cuál es el proceso productivo para la obtención de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019, como segunda interrogante específica se presenta cuáles son las bacterias presentes en los lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019, como tercera interrogante específica se tiene cuál es la caracterización del biogás que se produce a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019, y como interrogante específica final se presenta cuál es el costo de producción de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019.

La presente investigación se justifica técnicamente debido a que se utilizarán distintos procesos como hidrólisis, acidificación, metanogénesis para producir biogás a partir de lodos orgánicos estabilizados que se generan a partir de desechos industriales hidrobiológicos de empresas de Paita.

Así mismo se justifica de forma práctica al identificar las bacterias presentes en el lodo orgánico, para definir cuáles son los productos de su metabolismo, de igual forma se calculará la cantidad de biogás que se origine, identificando los compuestos de este biogás a través del uso de equipo medidor de gases para determinar la concentración presente de cada uno en la mezcla.

La justificación metodológica se basa en que a partir de los resultados de la cantidad de gases que se presenta en la mezcla, se pueda comparar estos con las concentraciones de gases que presenta la FAO mediante su manual sobre biogás publicado en el 2011,

pudiéndose tomar estos resultados como base para otros investigadores que deseen generar industria a partir de estos lodos orgánicos, teniendo como base la calidad del gas, la metodología y los costos del proceso.

La presente investigación cuenta con una relevancia social la misma que consiste en que, a partir de la generación de este biogás, se puede industrializar generando una fuente de energía que va a abaratar el gas que se expende a la población, mejorando la calidad de vida y reduzca los costos de la canasta básica familiar.

Como objetivo general se pretende demostrar que se puede producir biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019 y que puede ser caracterizado, como primer objetivo específico se tiene determinar el proceso productivo para la obtención de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019, como segundo objetivo específico se pretende determinar las bacterias presentes en los lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019, como tercer objetivo específico se busca caracterizar el biogás que se produce a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019, y como objetivo específico final se busca calcular los costos de producción de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

La presente investigación fue de tipo experimental debido a que se modificaron los tratamientos mediante el aumento de la carga bacteriana, el aumento del sustrato y el aumento de la cantidad de hidratación del sistema de producción de biogás, de igual forma fue cuasi experimental debido a que se estableció un grupo control, con las publicaciones del manual de biogás de la FAO en el año 2011 Hernández, Fernández, & Baptista (1997); Carranza (2015).

La presente investigación fue de tipo aplicada debido a que tuvo como objetivo crear una nueva tecnología a partir de los conocimientos que se adquirieran mediante la investigación del uso de biogás a partir de lodos orgánicos provenientes de la Industria de productos hidrobiológicos Tam, Vega, & Oliveros (2008); Noemia & Marcelo (2018).

La presente investigación fue de tipo transversal debido a que se utilizaron en los resultados los datos obtenidos durante el tiempo de la investigación, sin utilizar los datos que se generan en las variables desde otras investigaciones en tiempos distintos a la investigación Hernández, Sánchez, Beteau, & Jiménez (2014); Doqaruni, Ghonsooly & Pishghadam (2017).

$$n^k$$

Variable:

% de lodos orgánicos

Dónde:

n = Número de tratamientos

k = Número de variables

Total = 3 tratamientos con 3 repeticiones

Cuadro N° 01: Las combinaciones de tratamientos propuestos para la producción de biogás utilizando lodos orgánicos.

Tratamiento	Lodo (%)	Agua (%)
T1	25	75
T2	50	50
T3	75	25

2.2. Variables, operacionalización

Tabla 1 Variables, operacionalización.

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Producción de biogás a partir de lodos orgánicos.	Consiste en degradar biológicamente los compuestos orgánicos presentes en los lodos orgánicos, dando lugar a moléculas más simples, con la eliminación de gases entre ellos metano a través de la metanogénesis. Rodríguez, Ventura, López, & Perez, (2017)	Producción de biogás	Cantidad de materia orgánica necesaria para producir biogás a partir de lodos activos, determinada por gravimetría.	Porcentaje de materia orgánica	De razón
			Elaboración del diagrama de flujo del proceso, obtenido mediante observación directa de la producción del biogás	Flujograma de procesos	Ordinal
			Determinadas mediante análisis de laboratorio del lodo orgánico, según métodos ISO	Tipo de bacterias Coliformes, Mohos y levaduras.	Nominal
			Parámetros físico – químicos necesarios para una adecuada metanogénesis, determinada por instrumentos de evaluación directa como pHmetro, termometría, y acidez titulable.	Parámetros físico-químicos: -Porcentaje de humedad -Temperatura -Acidez -pH	De razón

Variable dependiente: Caracterización del biogás producido a partir de lodos orgánicos generados en la industria de productos hidrobiológicos en la ciudad de Paita - Piura	Medición del volumen y características del biogás, mediante la determinación de los gases que lo conforman, especialmente midiendo la cantidad de metano en porcentaje, mediante analizador de gases. Rodríguez, Ventura, López, & Perez, (2017)	Caracterización de biogás	Caracterización de la calidad y cantidad de los gases que forman parte del biogás producido a partir de los lodos activos, utilizando equipo monitor de gases, donde se determinará los porcentajes de cada gas medidos mediante este instrumento, especialmente metano y CO ₂	Composición del biogás % de metano % de CO ₂	De razón
			Determinada mediante el método econométrico del costo unitario.	Costos de producción	De razón

2.3. Población y muestra

A continuación, se detalla la población y muestra a analizar por cada indicador en la siguiente tabla.

Tabla N°02: Población y muestra de la investigación para obtener biogás a partir de lodos orgánicos provenientes de las Empresas procesadoras de Hidrobiológicos de la ciudad de Paita.

Indicador	Población	Muestra	Muestreo
Porcentaje de materia orgánica	Lodos activos provenientes de las distintas fábricas comercializadoras de productos hidrobiológicos de Paita.	500 gr de un compósito de lodos orgánicos utilizados para el proceso de generación de metano a partir de estos lodos orgánicos*.	Al azar
Flujograma de procesos	Todos los procesos realizados para que a partir de los lodos orgánicos se produzcan biogás.	Todos los procesos realizados para que a partir de los lodos orgánicos se produzca biogás.	-
Tipo de bacterias Coliformes, Mohos y levaduras.	Lodos activos provenientes de las distintas fábricas comercializadoras de productos hidrobiológicos de Paita.	500 gr de un compósito de lodos orgánicos utilizados para el proceso de generación de metano a partir de estos lodos orgánicos.	Al azar
Parámetros físico-químicos: -Porcentaje de humedad -Temperatura -Acidez -pH	Lodos activos provenientes de las distintas fábricas comercializadoras de productos hidrobiológicos de Paita.	500 gr de un compósito de lodos orgánicos utilizados para el proceso de generación de biogás a partir de estos lodos orgánicos*.	Al azar
Composición del biogás % de metano	Todo el biogás producido mediante lodos orgánicos	500 ml de biogás producido a partir de lodos orgánicos	-

% de CO ₂	provenientes de las fábricas procesadoras de productos hidrobiológicos en la ciudad de Paita.	provenientes de las fábricas procesadoras de productos hidrobiológicos en la ciudad de Paita*.	
Costos de producción	Todos los insumos y procesos utilizados en la producción de metano a partir de lodos orgánicos provenientes de las industrias procesadoras de productos hidrobiológicos de la ciudad de Pita	Todos los insumos y procesos utilizados en la producción de metano a partir de lodos orgánicos provenientes de las industrias procesadoras de productos hidrobiológicos de la ciudad de Pita	-

Elaboración propia.

Se realizaron tres repeticiones por cada uno de los tratamientos propuestos teniendo en cuenta la concentración de lodos orgánicos y el porcentaje de agua adicionado al sustrato.

*Tamaño de la muestra según Instructivo de preparación de muestra para análisis de suelos lodos y sedimentos código 6123-I de Empresa Certificaciones del Perú SA.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

A continuación, se muestra la tabla donde se detalla la técnica y método empleado por cada indicador.

Tabla N°03: Técnicas e Instrumentos de la investigación para obtener biogás a partir de lodos orgánicos provenientes de las Empresas procesadoras de Hidrobiológicos de la ciudad de Paita.

Indicador	Técnica	Instrumento
Porcentaje de materia orgánica	Calculo gravimétrico	Hoja de registro (ver anexo N°03)
Flujograma de procesos	Observación directa Análisis documentario	Flujograma de procesos (ver anexo N°04)

Tipo de bacterias Coliformes, Mohos y levaduras.	Análisis de laboratorio métodos ISO	Informe de laboratorio (ver anexo N°05)
Parámetros físico-químicos: -Porcentaje de humedad -Temperatura -Acidez -Ph	Análisis de laboratorio NTP	Informe de laboratorio (ver anexo N°06)
Composición del biogás % de metano % de CO ₂	Observación directa de la medida mediante monitor de gases confinados	Hoja de registro (ver anexo N°06)
Costos de producción	Análisis documentario	Hoja de cálculo (ver anexo N°07)

Elaboración propia.

2.4.1. Validez y Confiabilidad

La validez de los instrumentos para obtener la información se determinó mediante la revisión y aprobación de tres expertos en la materia los mismos que verificaron la idoneidad y asertividad de los datos a recoger en esta investigación, según los objetivos propuestos en la investigación.

Los instrumentos validados son Anexo N° 03, N° 04, N° 05, N° 06, N° 07, N° 08, los cuales han sido validados por los siguientes Ingenieros: Rivera Calle Omar, García, Juárez Hugo Daniel y Borrero Carrasco Gabriel.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de la información se construyó una matriz de datos, los mismos que nos dio como resultados cuadros y gráficos, que ayudaron a analizar mejor la información obtenida en la investigación para determinar la calidad del biogás que se produjo a partir de lodos orgánicos obtenidos de las Industrias de hidrobiológicos de la ciudad de Paita – Piura en el año 2019.

2.6. Aspectos éticos

La presente investigación se realizará siguiendo los lineamientos éticos, establecidos por la Universidad César Vallejo en su reglamento de tesis, procurando obtener datos veraces y confiables que reflejen la realidad de los procesos para la obtención de biogás a partir de lodos orgánicos, reflejando los aspectos de moral y la buena conducta humana, que nos conlleve a obtener conocimiento.

III. RESULTADOS

3.1 Determinación del proceso productivo para la obtención de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019.

CURSOGRAMA ANALÍTICO N°01 Operativo (x) Material (x) Equipo (x)										
Diagrama N°: 01		Hoja N°:		RESUMEN						
Objetivo	ACTIVIDAD			Actual	Propuesta	Econom.				
Actividad: Producción de metano a partir de lodos orgánicos de productos hidrobiológicos Método actual:	Operación 	Transporte 	Espera 	Inspección 	Almacenamiento 					
Operario(s) Elaborado por: Lidia	Costos: Maquinaria: Biodigestor Mano de obra: Materiales: manguera 1/2", niple 1/2", llave de paso para gas, Total:									
Descripción de Actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo	Tipo de Actividad					Observaciones	
										
Obtención de insumos										Lodos orgánicos y estómago de vaca
Caracterización de insumos										Determinación de tipo de bacterias y porcentaje de humedad de lodos
Elaboración de biodigestor										
Pesado de insumos										
Mezcla de insumos										
Acción bacteriana sobre los lodos										
Hidrólisis										
Metanogénesis										
Caracterización de los gases										
Almacenamiento de gas										

Elaboración propia.

Se puede observar en el cursograma analítico N°01, que existen 10 actividades que se realizan para obtener metano a partir de lodos orgánicos de residuos de pota, se realizaron pruebas utilizando bacterias propias de las bacterias del lodo orgánico, sin obtenerse resultados, así mismo a partir de la adición de estómago de rumiante (vaca) y parte del contenido estomacal, se pudo obtener gases en todos los tratamientos desde el primer día de realizada la mezcla de los insumos en el biodigestor, el cual fue realizado a partir de un bidón plástico de 20 litros con tapa, al cual se realizó un orificio de 3/8” para colocar un niple metálico de 1/2”, al mismo que se le agregó una manguera plástica transparente para gas de 1/2”, poniéndose al final de la misma una válvula de control adaptada de cocina de gas para controlar el ingreso y salida de los gases para su caracterización, traspaso y encendido de los mismos.

3.2 Determinación de las bacterias presentes en los lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019.

Según el análisis de laboratorio realizado, se puede caracterizar que las bacterias presentes en el sistema de biodigestión con el respectivo cálculo de la cantidad de bacterias en este sistema.

Tabla N°04: Relación de microorganismos y su carga bacteriana en el sistema de biodigestión para la producción de metano.

Fecha de ingreso	Lote de Ingreso	Empresa proveniente	Nombre de los microorganismos (Bacterias, mohos y levaduras) identificadas en lodos orgánico y estómago de vaca				
			Coliformes totales (NMP/g)	Escherichia coli (NMP/g)	Levaduras (UFC/g)	Methanobrevibacter ruminantium (UFC/g)	Methanomicrobium mobile (UFC/g)
05/08/2019	EP001	ECOPRO	2.2 x10 ⁵	1.1 x10 ³	2 X 10 ⁵	1.8 X10 ⁵	1.7 X 10 ⁵

Como se puede observar en la tabla N° 04 se encuentran detallados los microorganismos y la carga microbiana en el biodigestor, utilizado para que a partir de lodos orgánicos, al que se le adiciona estómago de rumiante, para que brinde bacterias degradadoras de materia orgánica y productoras de metano como producto de su fermentación, se puede

apreciar que las bacterias que presentan mayor cantidad de carga son los coliformes totales los cuales provienen de los lodos orgánicos, seguidos por las levaduras las cuales provienen de igual forma de los lodos orgánicos así como *Escherichia coli*, por otro lado se pueden apreciar la presencia de bacterias metanogénicas de dos tipos presentes en el estómago del rumiante y contenido estomacal, siendo estos *Methanobrevibacter ruminantium* y *Methanomicrobium mobile* los mismos que son de tipo anaerobias, se encuentran en el rumen, y son las encargadas de degradar las fibras y carbohidratos y como producto de su fermentación elaboran metano

3.3 Caracterización del biogás que se produce a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de laboratorio del tipo y porcentaje de gases contenidos en el biodigestor a partir de lodos orgánicos con inóculo de bacterias metanogénicas contenidas en el estómago de la vaca.

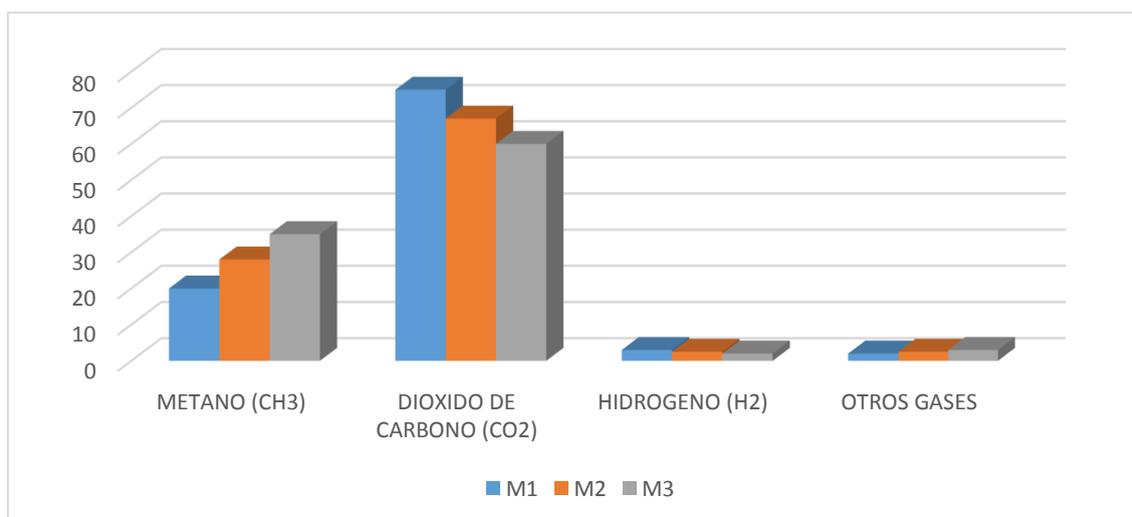


Figura N°01: Porcentaje de gases producidos por biodigestor con lodos activos e inóculo de bacterias en estómago de vaca.

Se puede apreciar en la figura N°01 que el gas que se produce en mayor porcentaje es el dióxido de carbono con un 75% del total de los gases producidos (M1), seguido por metano el cuál se encuentra en la mezcla en una cantidad de 35% del total (M3), conteniendo de igual forma hidrógeno con un 2% de la mezcla y otros gases contenidos en un 3% (M1), el gas objetivo de la investigación no es el principal, por lo que se debe

de regular la carga bacteriana para evitar que otras bacterias produzcan dióxido de carbono como producto de su fermentación y cuando mayor porcentaje de carga orgánica presente mayor contenido de gas producirá el sistema, procurando mantener un inóculo de bacterias metanogénicas aisladas en cultivos puros, siendo la presión del gas en el biodigestor 0.5 PSI, de igual forma el pH del medio no presentó gran variación encontrándose en promedio en 6.5, y la temperatura del sistema en 30°C.

3.4 Determinación de los costos de producción de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019. A continuación, se muestra el cálculo del valor unitario de la producción de metano en un biodigestor a partir de lodos orgánicos.

Tabla N°05: Determinación del costo total de producción de metano a partir del biodigestor con lodo orgánico de metano e inóculo de bacterias a partir del estómago de vaca.

COSTOS FIJOS				
CANTIDAD	INSUMO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	BIDÓN 5 GL	UND	15.00	15.00
1	MANGUERA DE 1/2"	M	5.00	5.00
1	NIPLE 1/2"	UND	1.00	1.00
1	VALVULA DE COCINA	UND	20.00	20.00
2	ABRAZADERAS DE 1/2"	UND	1.00	2.00
1	PEGAMENTO	UND	7.00	7.00
1	TEFLÓN	UND	1.00	1.00
TOTAL S/				51.00
COSTOS VARIABLES				
CANTIDAD	INSUMO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	OPERARIO	MES	930.00	930.00
0.01	LODO ORGÁNICO	TN	50.00	0.50
0.2	ESTÓMAGO DE VACA	KG	10.00	2.00
0.2	CONTENIDO ESTOMACAL	KG	0.00	0.00
TOTAL S/				932.50

Se puede apreciar en la tabla N°05 el costo unitario de producción de gas metano a partir

de un biodigestor conteniendo lodos orgánicos de residuos de pota al cual se le agregó inóculo de bacterias metanogénicas contenidas en el estómago de vaca, el mismo que produjo un 35% de metano en los gases contenidos, cabe destacar que el costo del biodigestor va a disminuir luego de que se procese la primera carga porque se puede reutilizar el mismo solamente cambiando el contenido de los lodos y agregando el inóculo de bacterias.

COSTOS FIJOS					
CANTIDAD	INSUMO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	N° DE UTILIDAD	TOTAL
1	BIDÓN 5 GL	UND	15.00	5	3.00
1	MANGUERA DE 1/2"	M	5.00	5	1.00
1	NIPLE 1/2"	UND	1.00	5	0.20
1	VALVULA DE COCINA	UND	20.00	5	4.00
2	ABRAZADERAS DE 1/2"	UND	1.00	5	0.20
1	PEGAMENTO	UND	7.00	5	1.40
1	TEFLÓN	UND	1.00	5	0.20
TOTAL S/					10.00
COSTOS VARIABLES					
CANTIDAD	INSUMO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	N ° DE UTILIDAD	TOTAL
3.5	OPERARIO	HORAS/H OMBRE	4.89	1	16.94
0.01	LODO ORGÁNICO	TN	50.00	1	0.50
0.2	ESTÓMAGO DE VACA	KG	10.00	1	2.00
0.2	CONTENIDO ESTOMACAL	KG	0.00	1	0.00
TOTAL S/					19.44

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se utilizó como materia prima para producir metano lodos orgánicos conformados por materia prima de residuos de productos hidrobiológicos descartados de plantas industriales de la ciudad de Paita, buscando dar una alternativa para disminuir la contaminación de estas plantas procesadoras en la ciudad de Paita, coincidiendo con la investigación de que manifiesta que se puede utilizar como materia prima productos fermentables como excrementos de humanos animales, residuos orgánicos de procesos industriales, residuos de cosecha agrícolas y residuos sólidos, con la ayuda de bacterias metanogénicas presentes en materiales orgánicos del ganado, discrepando con la investigación en que el estiércol de los animales quienes producen mayor cantidad de metano, entre ellos el estiércol de cerdo, seguido por los de vacuno.

En la presente investigación se realizó la digestión de los lodos orgánicos tal y como vienen de la planta de procesos, sin adicionar bacterias extrañas al proceso, no produciendo ningún resultado en la producción de biogás, posteriormente se agregó bacterias contenidas en el estómago de la vaca, pudiendo identificarse dos especies de bacterias metanogénicas del género, las mismas que ayudaron a la producción de gases, entre ellos metano, coincidiendo con lo manifestado por CARE PERÚ (2016) que para aumentar la producción de biogás que se produce de forma diaria en los biodigestores, se debe de adicionar estómago con bazofia de ganado vacuno o ganado ovino, lo que se conoce comúnmente como rumen, o se puede adicionar estiércol fresco, que provenga de alfalfa.

La cantidad de biogás producida en la presente investigación contenía una presión de 0.5 PSI y estaba conformada de 35% de metano que era el gas objetivo y 60% de CO₂, lo cual es menor a lo determinado en la producción teórica de gas realizada en las investigaciones de Deublein, y otros, (2008), la cual menciona que la producción de biogás producto de los residuos de origen animal y vegetal debe de encontrarse en un porcentaje del 55 – 70% de metano y entre 30 – 45% de CO₂, con un olor característico a huevo podrido, comparados los resultados, la disminución de la cantidad de biogás en la presente investigación se debe a la deficiencia en el consorcio bacteriano.

Los costos de fabricación de biodigestores a escala son económicos, siendo el costo de mano de obra necesaria para el monitoreo de la producción de metano, el que resulta ser el que eleve los costos variables para la producción de biogás a partir de lodos orgánicos

provenientes de la plantas procesadoras de productos hidrobiológicos, sienten un total de 983.50 nuevos soles, los cuales 930.00 corresponden a mano de obra, y 2.5 a costos variables de insumos, lodo orgánico y estomago de vaca, y 51.00 a fabricación de biodigestor a escala de 5 galones (Tabla N°. 05), lo cual coincide con lo manifestado por Jaramillo (2016) donde la inversión para fabricar un biodigestor de 997.40 nuevos soles, con un gasto de operación anual de 730 nuevos soles, el cual presenta una TIR de 45%, y un VAN de 2405.89 nuevos soles, haciendo la producción de gas por medio de estos biodigestores económico.

V. CONCLUSIONES

- Se pudo concluir de la presente investigación que para obtener biogás se realiza el proceso productivo que inicia con la obtención del lodo y estomago de vaca con contenido estomacal, se produce el pesaje de estos insumos, mezcla de los insumos, hidrolisis, metanogénesis, se realiza una caracterización de los gases.
- Se pudo determinar que las bacterias presentes en los lodos orgánicos pertenecen al grupo coliformes, entre ellas la de mayor importancia *Escherichia coli*.
- El biogás que se produjo a partir de lodos orgánicos procedentes de las plantas procesadoras de hidrobiológicos de la ciudad de Paita en el año 2019 presentó en su mejor tratamiento (N°03) un porcentaje de metano (CH₄) 35%, dióxido de carbono (CO₂) 60%, y un 2% de otros gases.
- El costo total de la producción de metano asciende a 983.50 nuevos soles, siendo los costos variables y mano de obra los más elevados.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda, realizar pruebas para industrialización del biogás, utilizando como principal sustrato los lodos orgánicos y como un factor de aumento de la productividad las bacterias metanogénicas del estómago de la vaca.

Se recomienda realizar pruebas para estudiar el efecto de la temperatura sobre el sistema de biodigestor para la producción de metano a partir de lodos orgánicos.

Se recomienda realizar un estudio para determinar la importancia metanogénica de bacterias presentes en el ambiente para crear un consorcio bacteriano, capaz de mejorar las opciones de producción de biogás.

Se recomienda realizar la caracterización del producto de desecho de los lodos orgánicos luego de salir del biodigestor, para analizar su potencial nutricional y su posterior tratamiento con fines de utilizar en agricultura como abono orgánico.

REFERENCIAS

AGUILAR, I., & Blanco, P. (2018). *Recuperación de metano y reducción de emisiones en PTAR Nuevo Laredo, Tamaulipas, México*. Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 73-96.

ALMANZA, F. (2011). *Construcción y evaluación de biodigestores modelo chino mejorado para zonas andinas*. Cusco-Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

ANTOSHKINA, A.I. and RYABINKINA, N.N., 2018. *Lower Carboniferous Siderites: A Product of Bottom Seeps and Bacterial Metanogenesis (Subpolar Urals)*. *Doklady Earth Sciences*, 02, vol. 478, no. 2, pp. 139-142 ProQuest Central. ISSN 1028-334X. DOI <http://dx.doi.org/10.1134/S1028334X18020010>.

BATISTA, S.d.P., et al, 2019. Potential for Biogas Generation from Sweet Potato Genotypes. *Revista Ambiente & Água*, vol. 14, no. 2, pp. 1-14 ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2317>.

Blog Conduce tu empresa. (2016). Conduce tu Empresa. Recuperado el 19 de 06 de 2018, de *Estructura Diagrama de Actividades Del Proceso – Tipos y Simbología DAP*: <https://blog.conducetupempresa.com/2016/05/dap-estructura.html>.

CARE PERÚ.2016. *Instalación y uso de biogás*. LIMA-PERÚ: CARE PERÚ-USAID, 2016

CERTIFICACIONES DEL PERÚ SA. 2015. *Preparación de muestras para análisis de suelos, lodos y sedimentos*. Lima-Perú SA, 2015

CARRANZA, A.R., 2015. DE LA INVESTIGACIÓN, LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE EXPERIMENTAL DE LA ARQUITECTURA/FROM RESEARCH, TEACHING AND THE EXPERIMENTAL LEARNING OF ARCHITECTURE. *Revista Proyecto, Progreso, Arquitectura*, 05, no. 12, pp. 14-17B ProQuest Central. ISSN 21716897.

COLTRO, M., Schimer, N., Martins, K., Franqueto, R., & Thomé, J. (2018). *Estimativa de Producao de biogás em aterro sanitario subtropical brasileiro*. *Revista em agronegócio e meio ambiente, maringa*, 11(01), 227-251.

DENISE, C.P., et al, 2018. On the Catabolism of Amino Acids in the Yeast 0RW1S34RfeSDcfkexd09rT2Dekkera Bruxellensis1RW1S34RfeSDcfkexd09rT2 and

the Implications for Industrial Fermentation Processes. *Yeast*, 03, vol. 35, no. 3, pp. 299-309 ProQuest Central. ISSN 0749503X. DOI <http://dx.doi.org/10.1002/yea.3290>.

DEUBLEIN, D y Steinhauser, A. 2008. *Biogas from waste and renewable resources: An Introduction*. Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA.

DO AMARAL, K., Guedes Cubas, AISSE, M.M. and POSSETTI, G.R.C., 2019. Sustainability Assessment of Sludge and Biogas Management in Wastewater Treatment Plants using the LCA Technique. *Revista Ambiente & Água*, vol. 14, no. 5, pp. 1-14 ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2371>.

DOQARUNI, V.R., GHONSOOLY, B. and PISHGHADAM, R., 2017. A Mixed Methods Research on Teachers' Beliefs about Action Research in Second Language Education. *International Journal of Action Research*, vol. 13, no. 1, pp. 75-94 ProQuest Central. ISSN 18611303. DOI <http://dx.doi.org/10.3224/ijar.v13i1.06>.

DURÁN-GARCÍA, M., RAMÍREZ, Y., BRAVO, R. and ROJAS-SOLÓRZANO, L., 2012. BIOGAS HOME-PRODUCTION ASSESSMENT USING A SELECTIVE SAMPLE OF ORGANIC VEGETABLE WASTE. A PRELIMINARY STUDY. *Interciencia*, 02, vol. 37, no. 2, pp. 128-132 ProQuest Central. ISSN 03781844.

Eduardo Salcedo-Pérez, et al, 2007. EVALUACIÓN DE LODOS RESIDUALES COMO ABONO ORGÁNICO EN SUELOS VOLCÁNICOS DE USO AGRÍCOLA Y FORESTAL EN JALISCO, MÉXICO. *Interciencia*, 02, vol. 32, no. 2, pp. 115-120 ProQuest Central. ISSN 03781844.

FERNÁNDEZ, M., ABALOS, A., CROMBET, S. and CABALLERO, H., 2010. ENSAYOS DE BIODEGRADABILIDAD ANAEROBIA DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA PLANTA REFINADORA DE ACEITE DE SOJA/ANAEROBIC BIODEGRADABILITY OF WASTEWATERS OF A SOYBEAN OIL REFINING PLANT. *Interciencia*, 08, vol. 35, no. 8, pp. 600-604 ProQuest Central. ISSN 03781844.

FRANKEL, R.J., 1986. Anaerobic Digestion/Biogas Energy Recovery of Sugar Cane Molasses Distillery Slop, Thailand. *Water Science and Technology*, 03, vol. 18, no. 3, pp. 159-160 ProQuest Central. ISSN 02731223.

GOMEZ, L., & Merchan, A. (2016). *Caracterización físico-química de los lodos provenientes de una planta de tratamiento de agua residual industrial de una empresa de*

café del departamento de Caldas. Manizales-Colombia: Universidad Católica de Manizales.

HASAN, C., et al, 2018. Biogas Generation Related to Carbon Removal from Anaerobic co-digestion of Sludge, Blood, and Swine Manure Combined in Different Proportions: Production of Biogas by Anaerobic co-digestion. *Environmental Quality Management*, Fall, vol. 28, no. 1, pp. 115-122 ProQuest Central. ISSN 10881913. DOI <http://dx.doi.org/10.1002/tqem.21581>.

HERNÁNDEZ, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. 2ª. Ed. México: MCGRAW HILL.

HERNÁNDEZ, S., Sánchez, E., Beteau, J., & Jimenez, L. (2014). *Análisis de un proceso de tratamiento de efluentes para producción de metano*. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (11), 236 – 246.

JARAMILLO, J. 2016. *Evaluación técnico económico para abastecer con biogás generado por estiércol de ganado vacuno para cocinas de la I.E.* San Pablo. Chiclayo-Perú: Universidad César Vallejo, 2016.

JAIRO ALEXANDER, O.S., HÉCTOR JOSÉ, C.V. and Hugo González Sánchez, 2007. Evaluación De Un Sistema De Biodigestión En Serie Para Clima Frío. *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, vol. 60, no. 2, pp. 4145-4162 ProQuest Central. ISSN 03042847.

JAY, J. 1992. *Moder Food Microbiology*. 4. New York: Acribia S.A., 1992.

KEATING, C., CYSNEIROS, D., MAHONY, T. and O'FLAHERTY, V., 2012. The Hydrolysis and Biogas Production of Complex Cellulosic Substrates using Three Anaerobic Biomass Sources. *Water Science and Technology*, 11, vol. 67, no. 2, pp. 293-298 ProQuest Central. ISSN 02731223. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2012.543>.

KNAUER, T., SCHOLWIN, F. and NELLES, M., 2018. Maximizing the Energy Output from Biogas Plants: Optimisation of the Thermal Consumption of Biogas Systems. *Waste and Biomass Valorization*, vol. 9, no. 1, pp. 103-113 ProQuest Central. ISSN 18772641. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s12649-017-9920-2>.

LAKSMI, P.S., et al, 2019. *Producción e Impacto Ambiental Del Aceite Ricinus Communis L Como biocombustible/Production and Environmental Impact of Ricinus Communis L Oil for Biofuel Purposes*. *Dyna*, vol. 86, no. 210, pp. 137-142 ProQuest

Central. ISSN 00127353. DOI <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v86n210.77167>

LI, Y., et al, 2018. Bioelectrochemical Enhancement of Organic Matter Mineralization and Sulfate Reduction during Acidogenesis. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 03, vol. 93, no. 3, pp. 675-682 ProQuest Central. ISSN 02682575. DOI <http://dx.doi.org/10.1002/jctb.5414>.

LONDOÑO, S.A.B. and CHAPARRO, T.R., 2012. Producción De Biohidrógeno a Partir De Residuos Mediante Fermentación Oscura: Una Revisión Crítica (1993-2011)/Biohydrogen Production from Wastes Via Dark Fermentation: A Critical Review (1993-2011). *Ingeniare : Revista Chilena De Ingenieria*, vol. 20, no. 3, pp. 398-411 ProQuest Central. ISSN 07183291.

MADIGAN, M., Martinko, J., & Parker, J. (2004). *Biología de los Microorganismos (10 ed.)*. Marid-España: Pearson Prentice Hall.

Ministerio de Agricultura del Perú. (2011). *Biodigestores en el Perú: Guía de principales experiencias desarrolladas en el país*. Lima-Perú: Ministerio de agricultura del Perú.

Ministerio de la Producción. (2018). Residuos de la pesca: aprovechamiento y valor agregado. *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*, 1-32.

MENESES, M.F.D., GÓMEZ, I.,Janeth Sanabria and GUZMÁN, N.G., 2015. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE METANO EN LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DE VINAZAS PRETRATADAS CON OZONO/EVALUATION OF METHANE PRODUCTION IN ANAEROBIC DIGESTION OF VINASSE PRETREATED WITH OZONE/AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE METANO NA DIGESTÃO ANAERÓBIA DA VINHAÇA PRÉ-TRATADA COM OZÔNIO. *Revista EIA*, Jul, vol. 12, no. 24, pp. 167-177 ProQuest Central. ISSN 17941237. DOI <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2015.12.24.167-177>.

NOEMIA DE, S.V. and MARCELO, F.L., 2018. Projetos Educacionais Como Metodologia De Ensino Na Escola De Educação do Campo Sol Nascente De Confresa-MT. *Revista Brasileira De Educação do Campo / Brazilian Scientific Journal of Rural Education*, Sep, vol. 3, no. 3, pp. 991-1008 ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2525-4863.2018v3n3p991>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (2011). *Manual de biogás*. Santiago de Chile: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y

Alimentación.

PARRA-OROBIO, B., et al, 2019. Selection of Inocula Conditioning Methodologies for the Anaerobic Digestion of Food Waste. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, Jul, no. 92, pp. 9-18 ProQuest Central. ISSN 01206230. DOI <http://dx.doi.org/10.17533/udea.redin.20190510>.

PRIETO, A.B., 2008. BIOCOMBUSTIBLES: PRESENTE Y FUTURO. *Boletín De Estudios Económicos*, 12, vol. 63, no. 195, pp. 491-505 ProQuest Central. ISSN 00066249.

RODRIGUEZ, J., Ventura, E., Lopez, M., & Perez, V. (2017). Obtención de biogás a partir de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante la digestión anaerobia mesófila. *Revista de energía química y física*, 4(12), 34-43.

SALVADOR, y otros. 2014. 11, 2014, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* , págs. 236 - 246.

TAM, J., Vega, G. & Oliveros, R. 2008. *Tipos, métodos y estrategias de investigación científica*. Lima - Perú : Escuela de Postgradode la Universidad Ricardo Palma.

VENEGAS, M. 2013. *Producción de biogás a partir de los biosólidos provenientes del tratamiento de aguas servidas utilizando diferentes razones inóculo/sustrato*. Concepción - Chile : Universidad de Concepción.

ZOMER, J.A., et al, 2018. LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DE FUMO E AVEIA. *Revista Em Agronegócio e Meio Ambiente*, Jan, vol. 11, no. 1, pp. 185-201 ProQuest Central. ISSN 19819951. DOI <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n1p185-201>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia:

TÍTULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	PREGUNTAS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	INDICADORES
PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE LODOS ORGANICOS GENERADOS EN LAS PLANTAS PROCESADORAS DE PRODUCTOS HIDROBIOLOGICOS EN PAITA - PIURA 2019	¿Se podrá producir biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019 para poder caracterizarlo?	Demostrar que se puede producir biogás a partir de los lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita Piura 2019	¿Cuál es el proceso productivo para la obtención de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019?	Determinar el proceso productivo para la obtención de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019	Variable independiente: Producción de biogás a partir de lodos orgánicos.	Porcentaje de materia orgánica
						Flujograma de procesos
					Tipo de bacterias Coliformes, Mohos y levaduras.	
					Parámetros físico-químicos: -Porcentaje de humedad -Temperatura -Acidez -pH	
			¿Cuales son las bacterias presentes en los lodos orgánicos genera en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicas en Paita – Piura 2019?	Determinar las bacterias presentes en los lodos orgánicos genera en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicas en Paita – Piura 2019	Variable dependiente: Caracterización del biogás producido a partir de lodos orgánicos generados en la industria de productos hidrobiológicos en la ciudad de Paita - Piura	Composición del biogás -% de metano -% de CO2
		¿Cuál es la caracterización del biogás que se produce a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019?	Caracterizar el biogás que se produce a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019			
		¿Cuál es el costo de producción de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019?	Calcular los costos de producción de biogás a partir de lodos orgánicos generados en las plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en Paita – Piura 2019.	Costos de Producción		

Anexo 2: Hoja de registro de porcentaje de materia orgánica en suspensión y agua de lotes de lodo orgánicos a utilizar para obtener biogás.

Fecha de Ingreso	Lote de ingreso	Empresa proveniente	Porcentaje de materia Orgánica	Porcentaje de agua

Elaboración propia.

Anexo 3: Diagrama de Actividades del proceso

CURSOGRAMA ANALÍTICO Operativo () Material () Equipo ()									
Diagrama N°:		Hoja N°:		RESUMEN					
Objetivo		ACTIVIDAD				Actual	Propuesta	Econom.	
Actividad:		Operación 							
Método actual:		Transporte 							
		Espera 							
		Inspección 							
		Almacenamiento 							
Centro de trabajo:		Distancia:							
		Tiempo requerido:							
Operario(s)		Costos: Maquinaria:							
Elaborado por:		Mano de obra:							
		Materiales:							
		Total:							
Descripción de Actividad		Cantidad	Distancia	Tiempo	Tipo de Actividad				Observaciones
									

Fuente: (Blog Conduce tu empresa, 2016)

Anexo 4: Informe de análisis de laboratorio sobre microorganismos presentes en lodos orgánicos.

Nombre del Laboratorio: _____

Fecha de Inicio de proceso: _____

Fecha de Final de proceso: _____

Fecha de ingreso	Lote de Ingreso	Empresa proveniente	Nombre de las microorganismos (Bacterias, mohos y levaduras) identificadas en lodos orgánicos		
			M 1	M 2	M 3

Elaboración propia.

Anexo 5: Hoja de registro sobre parámetros físico químicos y composición del biogás producido por cada tratamiento.

Responsable: _____

Instrumentos utilizados: _____

N° de tratamiento	Fecha de inicio	Fecha de toma de parámetros	pH	Acidez	Temperatura	Humedad	% metano	% CO ₂

Elaboración propia.

Anexo 6: Hoja de cálculo de costos de producción

Responsable: _____

Fecha: _____

N°	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Total S/.				

Anexo 7: Tratamientos propuesto para la producción de biogás utilizando lodos orgánicos provenientes de las empresas productoras de hidrobiológicos de la ciudad de Paita.

DESCRIPCIÓN	T1	T2	T3
LODO (Kg)	2.5	5	10
AGUA (L)	10	7.5	2.5
ESTOMADO (Kg)	0.2	0.2	0.2
CONTENIDO ESTOMACAL (kg)	0.2	0.2	0.2

Elaboración propia.

Anexo 8: Informe de laboratorio de análisis microbiológicos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
Urb. Miraflores – Campus Universitario S/N- Castilla – Piura
Telefonos (073) – 284700 (073) – 285251
labocontrolfip@unp.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N° 192B – 2019

SOLICITANTE	:	Lidia Del Milagro Coronado Canales
DOMICILIO LEGAL	:	Piura.
PRODUCTO DECLARADO	:	Lodos orgánicos procedentes de biodigestor
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 muestra
FORMA DE PRESENTACIÓN	:	Bolsa plástica sellada
INSCRIPCIÓN DEL ENVASE	:	No especifica
MUESTREO	:	Realizado por el Cliente
DOCUMENTO NORMATIVO	:	
FECHA DE RECEPCIÓN	:	12 – 09 – 2019
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	:	12 – 09 – 2019
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	:	25 – 09 – 2019

I. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

Microorganismos	M1
Coliformes totales (NMP/g)	2.2×10^5
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	1.1×10^3
Levaduras (UFC/g)	2×10^5
<i>Methanobrevibacter ruminantium</i> (UFC/g)	1.8×10^5
<i>Methanomicrobium mobile</i> (UFC/g)	1.7×10^5

II. MÉTODOS:

COLIFORMES Y *Escherichia coli*: ICMSF MÉTODO 1 PÁG. 132 – 134 2DA ED. REIMPRESIÓN 2000
Levaduras: ICMSF MÉTODO DE RECUNTO EN PLACA PÁG 165 – 167 2DA ED. REIMPRESIÓN 2000

III. CONCLUSIÓN:

De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastados se concluye que ES CONFORME, respecto al documento normativo del presente informe.

Piura, 25 de setiembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
ING. HUALTER LEÓN MASIAS M.Sc.
CIP: 22850

Anexo 9: Informe de laboratorio para determinar el porcentaje de gases producidos en el biodigestor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS



CENTRO DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTECNICOS Y DE MECÁNICA DE SUELOS

MUESTRAS	: GASES DE BIODIGESTOR
PROCEDENCIA	: PIURA
SOLICITANTE	: LIDIA DEL MILAGRO CORONADO CANALES
FECHA DE RECEPCIÓN	: 22 – 09 - 2019
FECHA DE INFORME	: 25 – 09 - 2019

RESULTADOS

Muestra N°01	
METANO CH ₃ (%)	: 20
DIÓXIDO DE CARBONO (%)	: 75
HIDRÓGENO (%)	: 3
Muestra N°02	
METANO CH ₃ (%)	: 28
DIÓXIDO DE CARBONO (%)	: 67
HIDRÓGENO (%)	: 2.5
Muestra N°03	
METANO CH ₃ (%)	: 35
DIÓXIDO DE CARBONO (%)	: 60
HIDRÓGENO (%)	: 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
Centro de Estudios Geológicos, Geotécnicos
y Mecánica de Suelos
Dr. Ing. Hipólito Tume Chapa

Dr. Ing. Hipólito Tume Chapa
JEFE

Anexo 10: Componentes del biogás teóricos.

Tabla (1-5): Componentes de biogás y formula química.

componentes	Fórmula Química	(%)
Metano	CH ₄	60-70
Dióxido de Carbónico	CO ₂	30-40
Hidrógeno	H ₂	1
Nitrógeno	N	0,5
Monóxido de Carbono	CO	0,1
Oxígeno	O ₂	0,1
Ácido Sulfhídrico	H ₂ S	0,1

Fuente: (Instituto de Investigaciones Eléctricas de México, 1980)

Tabla 1.1. Características generales del biogás

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

Fuente: Deublein y Steinhauser (2008)

Anexo 11: Registros Fotográficos



IMAGEN N°01: Contenido Estomacal y estómago de vaca



IMAGEN N°02: Lodos orgánicos de las empresas procesadoras de productos hidrobiológicos



IMAGEN N°03: *Elaboración del Biodigestor con bidones de 5Gl, niple de ½”, manguera de ½”, válvula de cocina y abrazaderas de ½”*



IMAGEN N°04: *Mezcla de Insumos lodos orgánicos, contenido estomacal y estomago de vaca*