



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Determinación de la eficiencia de las heces de cerdo, en la
digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos en Yantaló
2020.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Bances Vasquez, Jimmy Alejandro (ORCID: 0000-0002-6126-0581)

ASESOR:

Ing. Condori Moreno, Delbert Eleasil (ORCID: 0000-0001-5318-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos Sólidos

MOYOBAMBA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Primeramente dar gracias a Dios, por darme la fortaleza para enfrentar los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi formación, y que a pesar todo ello me presentó las soluciones para poder culminar este proceso académico.

A mi madre Cruz Belinda y a mi padre Segundo Flavio, por haberme dado su apoyo incondicional.

A, Mary, Marleny y Sara,

Por ser mi soporte durante mi formación como persona, porque gracias a ustedes es que he logrado lo que ahora soy.

A, Joel, Pedro

Ustedes que fueron como mis padres, que gracias a aún sea lo poco que pudieron aportar en mi vida, para mi vale mucho más de lo que se imaginan.

A, Jhon Carlos

Por ser mi compañero de vida.

A todos mis compañeros y compañeras y profesores del colegio y universidad por formar parte de mi vida universitaria.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida la salud y sus bendiciones para poder terminar esta meta trazada. Agradezco a mi madre y a mi padre por haberme aceptado como un hijo, gracias por darme el apoyo moral sentimental y económico, gracias por cuidarme y gracias porque ustedes son los responsables de la persona que me he convertido ahora.

También quiero agradecer a mi asesor temático, docente, por la constante preparación en estos últimos ciclos y también agradecerle por ayudarme a cumplir este objetivo.

También quiero agradecer al Ingeniero Alfonso Rojas, por apoyarme en el cumplimiento de muchos requisitos de este trabajo como el préstamo de su laboratorio,

Agradezco al Ingeniero Andi Lozano, por involucrarse en mi asesoramiento y ayudarme en el proceso de desarrollo de mi trabajo.

También quiero extender mi agradecimiento a mi amigo el Biólogo Jhon Jairo López, que gracias a sus consejos y conocimientos como Biólogo y metodólogo he logrado desarrollar este trabajo.

También agradezco a María Gabriela Noriega por haber apoyado con su conocimiento y también moralmente en el transcurso de mi último año de preparación profesional.

También extiendo mi agradecimiento a todos mis amigos que me acompañaron y me ayudaron en mi formación profesional durante mi vida universitaria.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	12
3.2. Variables y operacionalización:.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	17
3.6. Método de análisis de datos.	27
3.7. Aspectos Éticos.....	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	65

Índice de Tablas.

Tabla 1: Operacionalización de Variables	14
Tabla 2: Tabla de muestras en proporciones para los tratamientos de digestión anaerobia.....	16
Tabla 3: Proporciones de las repeticiones de cada tratamiento.	17
Tabla 4: Total, de generación de residuos sólidos orgánicos comparados por la cantidad de habitantes kg/día, ton/mes y ton/año.	20
Tabla 5: Composición del biogás.	28
Tabla 6: Evaluación de diferentes porcentajes para el tratamiento “T1- Proporción A”.....	30
Tabla 7: Evaluación de diferentes porcentajes para el tratamiento “T2- Proporción B”.....	31
Tabla 8: Evaluación de diferentes porcentajes para el tratamiento “T3-Proporción C”.....	32
Tabla 9: Factores de unidad de muestreo (pH).....	33
Tabla 10: Análisis de varianza para el pH.....	34
Tabla 11: Comparaciones múltiples de la media de los tratamientos repetición 1 y 2 para (pH).....	35
Tabla 12: Presión (P) Factores inter-sujetos.....	37
Tabla 13: Análisis de varianza de la presión (P).	38
Tabla 14: Comparaciones múltiples de la media de los tratamientos repetición 1 y 2 para presión (P) expresado en (mmhg).....	39
Tabla 15: Estadística descriptiva de las medias de los resultados de pH de las repeticiones de los tratamientos T1, T2, T3.	42
Tabla 16: Prueba de efectos de unidad muestral de los resultados de pH.....	42
Tabla 17: Comparaciones múltiples de las medias de los resultados de pH de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.....	43
Tabla 18: Estadística descriptiva de las medias de los resultados de la presión (P) de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3C.	45
Tabla 19: Prueba de unidad de análisis de los resultados de la presión (P).	45
Tabla 20: Comparaciones múltiples de las medias de los resultados de la presión (P) de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.....	46

Tabla 21: Media de resultados de los parámetros CH ₄ , CO ₂ , O ₂ de las dos repeticiones.....	47
Tabla 22: Prueba de t-student del parámetro CH ₄	47
Tabla 23: Prueba de t-student del parámetro CO ₂	48
Tabla 24: Prueba de t-student del parámetro O ₂	49

Índice de Figuras.

Figura N° 1: Diagrama de proceso de digestión.	18
Figura N° 2: Distrito de Yantaló – Ciudad de Moyobamba – Capital de San Martín Fuente: Google Earth.	20
Figura N° 3: Plano de la estructura con listones de madera.	21
Figura N° 4: Representación de medidas y construcción de la incubadora.	22
Figura N° 5: Figura N° 5: Proceso de instalación del sistema eléctrico térmico de la incubadora.	22
Figura N° 6: Representación de la ubicación de los biodigestores tipo batch (T1-Proporción A) en la incubadora.	23
Figura N° 7: Representación de la ubicación de los biodigestores tipo batch en la incubadora.	24
Figura N° 8: Representación de la ubicación de los biodigestores tipo batch en la incubadora.	24
Figura N° 9: Representación de la ubicación de los instrumentos para el control de T° y P.	25
Figura N° 10: Representación de la ubicación de los instrumentos para el control de T° y P.	25
Figura N° 11: Comportamiento de las medias de pH de las repeticiones 1 y 2 de los tratamientos de las proporciones A, B, C.	36
Figura N° 12: Comportamiento de las medias de la presión (P) de las repeticiones 1 y 2 de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.	40
Figura N° 13: Temperatura constante para los tres tratamientos en la primera repetición.	41
Figura N° 14: Temperatura constante para los tres tratamientos en la primera repetición.	41
Figura N° 15: Representación del desarrollo de pH de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.	44
Figura N° 16: Representación del desarrollo de la presión (P) de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.	46
Figura N° 17: Representación gráfica del valor esperado y el valor alcanzado de CH ₄ en cada tratamiento.	48

Figura N° 18: Representación gráfica del valor esperado y el valor alcanzado de CO2 en cada tratamiento.	49
Figura N° 19: Representación gráfica del valor esperado y el valor alcanzado de O2 en cada tratamiento.....	50

Resumen

En la presente investigación se tomó como objetivo determinar la eficiencia de las heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia, por lo que fue necesario realizar dicho experimento con la finalidad de saber que tan beneficioso sería el utilizar estos desechos como un bien energético renovable. Para iniciar el proceso del experimento se hizo el reconocimiento del área donde se recolectaron los materiales, una vez hecho el reconocimiento se construyó la incubadora y el ensamblado de los biodigestores, paralelo a eso se construyeron 3 biodigestores y luego se determinó las proporciones que se usaron en cada tratamiento en cada biodigestor (proporciones de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos domiciliarios (60% y 40%, 50% y 50%, 40% y 60%), posteriormente se realizó la recolección de la materia prima donde fue llevado al lugar del experimento y hacer el pesado conforme a lo establecido. Cuando se dio inicio la digestión transcurrieron 15 días y durante este proceso se realizó el monitoreo de los parámetros de: Temperatura, pH y Presión.

Al llegar el día 15 del proceso de digestión se concluyó que el T1 obtuvo resultados de pH en el neutro, y la presión tuvo diferencias con respecto al valor ya que este estuvo por encima del resto. Por consiguiente, se tomó los gasómetros para ser llevados al laboratorio donde se realizaron las pruebas correspondientes para determinar el porcentaje de los parámetros de: CH₄, CO₂, O₂ de cada tratamiento, el método que se implementó para los análisis de los parámetros fue Cromatografía. Obtenidos los resultados se realizó una segunda repetición para comparar los valores físicos y químicos que fueron procesados mediante la prueba de análisis de varianza ANOVA, además los resultados de laboratorio también fueron procesados mediante el X² con la finalidad de determinar la eficiencia las heces de cerdo en la digestión anaerobia, por consiguiente, los resultados demostraron que el tratamiento 1 (T1) es el más eficiente, ya que, las proporciones determinaron los resultados que a mayor cantidad de heces de cerdo la digestión es superior al T2 y T3.

PALABRAS CLAVE: Digestión Anaerobia, Residuos Sólidos Orgánicos, Análisis de Varianza.

Abstract

In the present research, the objective was to determine the efficiency of pig feces and organic solid waste for anaerobic digestion, so it was necessary to carry out this experiment in order to know how beneficial it would be to use this waste as a renewable energy good. To start the process of the experiment, the area where the materials were collected was recognized, once the recognition was done, the incubator and the assembly of the biodigesters were built, parallel to that 3 biodigesters were built and then the proportions that were used in each treatment in each biodigester were determined (proportions of pig feces and household organic solid waste (60% and 40%, 50% and 50%, 40% and 60%), subsequently, the raw material was collected where it was taken to the place of the experiment and weighed according to the established. When digestion began, 15 days elapsed and during this process the parameters of Temperature, pH and Pressure were monitored.

On day 15 of the digestion process, it was concluded that T1 obtained pH results in the neutral, and the pressure had differences with respect to the value since this was above the rest. Therefore, the gasometers were taken to be taken to the laboratory where the corresponding tests were carried out to determine the percentage of the parameters of: CH₄, CO₂, O₂ of each treatment, the method that was implemented for the analysis of the parameters was Chromatography. Obtained the results a second repetition was made to compare the physical and chemical values that were processed by the ANOVA analysis of variance test, in addition the laboratory results were also processed by X² in order to determine the efficiency of pig feces in anaerobic digestion, therefore, the results showed that the treatment 1 (T1) is the most efficient, since, the proportions determined the results that the greater the amount of pig feces the digestion is higher than T2 and T3.

Keywords: Anaerobic Digestion, Organic Solid Waste, Analysis of Variance.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica por residuos sólidos está creando un ambiente cada vez más inestable frente al cambio climático, en el año 2016, se han generado 2010 millones de toneladas de desechos al año (Banco mundial, 2018, párr. 1). Asimismo, los países en desarrollo tienen dificultades para enfrentar esta problemática, ya que, no cuentan con los proyectos de implementación necesarios e infraestructuras de disposición final para el tratamiento de los residuos sólidos.

Países como Colombia, genera 27.700 t/día, de las cuales, cada ciudadano genera: 0.5 kilogramos diariamente, donde el 10% de los residuos son aprovechados y el 90% que resta de los residuos son llevados a su disposición final en botaderos a cielo abierto. Por ende, termina contaminando a fuentes hídricas, a la atmósfera y suelos por la lixiviación de estos (Carabalí y Muñoz, 2016, p. 19).

Del mismo modo, la contaminación atmosférica no solo se da en los botaderos a cielo abierto; también en granjas porcícolas que no cuentan con un control administrativo ambiental y sanitario, que les permita dar un manejo adecuado de los residuos que estos generan. Un claro ejemplo de ello es el de Riobamba en Ecuador, donde el incremento de la producción de cerdos genera mayor cantidad de residuos que son expuestos frecuentemente en fuentes hídricas, puesto que la proliferación de los malos olores de estas fuentes son los principales focos infecciosos para la salud de las poblaciones aledañas y a la atmósfera (Toainga, 2016, p.5).

En Latinoamérica, las viviendas son las fuentes de generación de residuos sólidos, debido a que hay una sobrepoblación directamente proporcional a los residuos. Sin embargo, la necesidad de obtener una infraestructura que permita el tratamiento adecuado de los residuos, aún es ajena a esta realidad (Hernández, 2016, p.1).

Mientras que, en el Perú, según el Ministerio del Ambiente (2016), a nivel nacional generan 7 497 482 t/año de residuos sólidos municipales diariamente, el 64% son de residuos domésticos, y el 26% son provenientes de otros medios; donde el 53.16% son de material residual orgánico, y lo restante pertenece al

medio reciclable y no reciclable (p. 21). Por consiguiente, estos residuos son llevados a los 1585 botaderos ilegales de todo el territorio, donde la descomposición a cielo abierto genera no solo contaminación atmosférica, sino también trae problemas sanitarios y de salubridad a la población vulnerables de bajos recursos económicos (Cruzado y Sandoval, 2019, p. 124).

Por otro lado, la crisis ambiental generada por la combustión de material inflamable fósil, y la contaminación atmosférica ocasionada en botaderos, el cual es producto de la descomposición de los residuos orgánicos, crea la necesidad de generar energía limpia de la biomasa. En algunos casos, mínimas cantidades de residuos orgánicos son reutilizados para la producción de abono orgánico, de tal manera que grandes cantidades de residuos contaminan el ambiente al no ser aprovechados (Gamio, 2017, p.93).

En la región de San Martín, la problemática es la misma, el crecimiento demográfico y urbano en la ciudad de Moyobamba ha determinado diferentes problemas con respecto a la falta de recojo, segregación y utilización de sus residuos. No obstante, la posibilidad de realizar un plan de manejo de residuos sólidos y limpieza pública ya es una brecha abierta. Por lo tanto, la necesidad de crear una tecnología para mitigar esta problemática, se encuentra en constante improvisación por parte de las autoridades, ya que no cuentan con los estudios necesarios para su gestión (Cáceres, 2017, p. 10).

Es por ello, la necesidad de crear nuevas estrategias para generar energía mediante los residuos orgánicos municipales y residuos de las actividades ganaderas, por lo que fue de suma importancia ejecutar este proyecto de investigación en el Distrito de Yantaló con la finalidad aprovechar favorablemente los residuos orgánicos convirtiéndolos en energía limpia y renovable (biogás). Por esta razón, la investigación es de prioridad en la sociedad, por el simple motivo que la población necesita reducir la contaminación en los botaderos, aportando con sus residuos orgánicos como materia prioritaria para la producción de energía limpia, del mismo modo, hacerle frente a la contaminación en diferentes aspectos: al recurso aire, agua, suelo, generación de plagas, enfermedades respiratorias y biológicas virales.

Basado en la realidad problemática en sus diferentes contextos, surgieron las siguientes interrogantes: ¿Cuál será la eficiencia de las heces de cerdo en la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos en Yantaló 2020?

De esta manera, la presente investigación se realizó para dar uso a los residuos sólidos orgánicos y heces de cerdo que se generan en el distrito de Yantaló, dándoles un valor agregado en la digestión anaerobia, ya que dichos materiales son arrojados a cuerpos receptores y a botaderos a cielo abierto donde se genera la contaminación a diferentes espacios ecosistémicos por descomposición de las mismas. Mediante lo mencionado la presente investigación realizó una alternativa de solución a la contaminación dándole uso a los desechos orgánicos que se generan de manera continua durante las actividades realizadas diariamente.

Bajo esta premisa, la presente investigación tomó como objetivo general: Determinar la eficiencia de las heces de cerdo, en la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Yantaló 2020. Para ello se planteó los siguientes objetivos específicos:

- a) Proponer tres proporciones de heces de cerdo y residuos sólidos para la digestión anaerobia.
- b) Evaluar el tiempo de digestión anaerobia de las heces de cerdos y de residuos sólidos orgánicos domésticos en el biodigestor tipo batch.
- c) Determinación de la proporción óptima de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la generación de biogás.

La presente investigación plantea como hipótesis lo siguiente. H_0 : las heces de cerdo no son eficientes en la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos, Yantaló 2020. H_1 : la eficiencia de las heces de cerdo es eficiente en la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos, Yantaló 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Algunos proyectos con relación a la presente investigación, fueron necesarios abordar para sustentar y fundamentar conocimientos previos frente al planteamiento del problema, es por ello que se tomó como antecedente el proyecto del investigador Merino et al (2018), donde concluye que la elaboración de biogás a través de descomposición de estiércol de cerdo a partir de un biodigestor anaerobio, carece de conocimiento sobre el manejo de fuentes orgánicas y diseños adecuados de biodigestores a nivel nacional, para un adecuado manejo de estiércol de cerdo, dificulta actividades de industrias que generen trabajo (p. 730).

Biogás. El Biogás es el resultado del ciclo de descomposición de materia orgánica de las cuales su composición química del Biogás generado está compuesto generalmente por metano y dióxido de carbono de las cuales sus cantidades varían de acuerdo a la composición de la materia orgánica que haya realizado su ciclo de descomposición (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2020, P.1).

Por otra parte, proyectos en el marco de la investigación en relación a la generación de biogás experimentan diferentes sustratos para la digestión anaerobia como por ejemplo: Muscolo, et al. (2017) afirmó mediante los resultados de su investigación, que es posible que los desechos orgánicos a través de la codigestión anaerobia de las aceitunas y pulpas de los cítricos en conjunto con lodos de animales pueden generar impacto ambiental positivo en el suelo ya que este producto generan compensación nutritiva para los suelos contaminados. Sin embargo, no se descarta que el proceso de codigestión anaerobia también es usado como un bien económico en la industria del biogás ya que el costo del tratamiento es de bajo costo (p, 6).

Por otro lado, la generación de biogás a partir de descomposición de residuos orgánicos municipales, también son tratados en reactores anaerobios, en este caso Pedizzi, et al. (2018) en su investigación redactan que, se puede aumentar la eficiencia de la digestión, añadiendo a una temperatura estable de 75° C en un tiempo de 8 horas, lo cual provocó un estado de subutilización de la materia

orgánica, mejorando el proceso de metanización, obteniendo resultados favorables respecto al tiempo y la cantidad de biogás generado (p.1).

Residuos orgánicos. Está compuesta por propiedades que se desintegran o degradan en un tiempo determinado según su composición; estos residuos son restos de productos de tipo alimenticio que en su mayoría se originan en los domicilios, también son provenientes de seres vivos mediante su digestión alimenticia, de tal manera que dichos materiales ya degradados se convierten en materia orgánica. Sin embargo, los residuos orgánicos necesariamente deberían tener un tratamiento que les permita no generar contaminación en diferentes medios portando consigo enfermedades (Definición mx, 2014, p.1).

Del mismo modo, los experimentos sobre este marco de innovación son de vital importancia, ya que permite que se utilice los residuos orgánicos como un bien energético, es por ello que Seyed Mohammad Mehdi Noorbakhsh Dehkordi, et al. (2016) en su investigación explicaron su metodología de la siguiente manera: en primer plano, seleccionaron dos tipos de tratamiento de digestión anaerobia, ya sea mesofílica o termofónica según la composición de los residuos; en segundo plano, evaluaron el potencial energético del biogás en el tratamiento de los residuos orgánicos municipales; y finalmente determinaron los resultados obtenidos, concluyendo que, cuando el clima es seco la digestión anaerobia demuestra resultados favorables por lo tanto, el tratamiento de digestión anaerobia mesofílica es el apropiado (p.1).

Schievano, et al (2014). Indica que la producción de biogás implicaría estrategia y esfuerzo bajo la gestión tecnológica puede hacer posible que el biogás sea competitivamente renovable y remplazaría a la energía tradicional con energía alternativa renovable (p, 5).

Adicionalmente, Giubi (2017), realizó un proyecto de investigación cuasi experimental tipo grupo control no equivalente que está formado por dos sistemas: en el sistema número 1 lo mantuvo bajo sombra, con 39 kg de desperdicios de cocina y 3 kg de excretas de animales; y el segundo sistema lo mantuvo expuesto al sol, donde se trató 68 kg de desperdicios de cocina y 10 kg de excretas, durante 30 días calendario; por lo tanto, concluyo que se llegó a

constatar que el modelo 1 no genera producción de biogás satisfactoriamente y en el modelo 2 logró conseguir un rango elevado de producción de biogás (p.1).

Por su parte, Cioabla et al. (2013), manifiestan que los principales parámetros del proceso, son la temperatura, el pH y la presión, también es importante tener en cuenta el material clasificado que se usara como soporte para el proceso de fermentación anaeróbica, junto con el tiempo de residencia del lote (p.1).

Por otra parte, las investigaciones sobre generación de biogás también toma otros rumbos como la investigación de Maragkaki, et al (2017) donde concluyó que los sistemas de digestión en general pueden proporcionar resultados con normalidad ya sea con cualquier tipo de agregado lo cual en este caso son mezclas son de lodos de depuradora y desechos, sin embargo se logró determinar que dichas mezclas entre desperdicios de alimentos y glicerol podría generar una perspectiva prometedora para las plantas que realizan el tratamiento de aguas residuales ya que este aumenta el metano en el proceso de digestión (p, 7).

Sin embargo, Islas (2017), realizó un proceso de digestión anaerobia (EA), utilizando como sustrato las heces de perros, caballos y ovejas que se usaron como fuentes de inóculo y se mezclaron con desechos de frutas y verduras y agua, por lo cual se encontró el resultado de ello es una fuerte relación entre el biogás y sus componentes principales de CO₂ y CH₄ producto del tratamiento del inóculo de caballo en los reactores mixtos mejoró la producción de CH₄; los inóculos de oveja mejoraron la digestibilidad; y el inóculo del perro pareció neutralizar el pH (p.1).

Además, Ariza, Rueda, Sardoth (2018), en su investigación se evaluó la producción de biogás producida, y se consideró como fuentes de energía alternativa, lo cual consiste en mezclar las excretas de ganado con los residuos orgánicos. Por lo tanto, dio como resultado, la obtención de la mayor cantidad de biogás proveniente de los desechos orgánicos frescos y las excretas de ganado bovino (p.1).

Así mismo investigaciones que relacionan las combinaciones de sus sustratos como una variable independiente y la generación de biogás dependiente también hay estudios sobre el marco de la innovación de tecnologías que permitan industrializar la producción del biogás a mayor escala como por ejemplo, Turquía en el 2014, mediante su investigación logró determinar que mediante el desarrollo de una implementación de un sistema que permita generar energía renovable, formaría parte de una alternativa para hacerle frente a la contaminación, por lo tanto los sistemas energéticos convencionales con recursos no renovables limitados que causan problemas de impacto ambiental grave se verán en la amenaza quebrar ante una nueva alternativa energética. Por consiguiente, el sistema de implementación de digestión anaerobia sería de mayor potencial si estos son diseñados de manera automatizada para luego ser industrializada (Yılmaz Balaman, Hasan Selimp, 200).

De igual forma en Canadá la investigación de Monreal, et al (2012) describe sobre el funcionamiento de un sistema de cogeneración de energía y bioenergía que funciona en temperaturas bajo 0, y mediante el uso de estiércol de ganado vacuno y lechero logró demostrar que el tratamiento de estiércoles de ganado en sistemas AD-CHP ayudan a retener nutrientes aplicando tierras de cultivo y producir donde luego se produce energía renovable (p, 19).

Sarabia, et al. (2017), concluyeron que, la mayor cantidad de minerales se encuentran en los lodos a comparación de otros residuos, sin embargo, esta característica permite una mayor reproducción de bacterias durante el proceso de digestión anaerobia que causan aceleración de la producción del biogás (p.1).

Para, Qiong et al. (2019), En su investigación sobre la producción de biogás a partir del tratamiento de digestión anaerobia de la paja, redacta que, es una de las maneras de poder realizar el aprovechamiento de los residuos de los cultivos, pero existen dificultades en el tratamiento de las mismas, ya que las bacterias anaerobias no realizan su función en la degradación de la paja (p.1).

Es por ello, que se realizaron diferentes métodos para los diferentes pretratamientos. En consecuencia, los métodos realizados en los

pretratamientos tienen mejor rendimiento en la digestión anaerobia y se descarta que los resultados sean prometedores. Por otro lado, las investigaciones para generar eficiencia en la producción de biogás, plantean dar uso a materiales orgánicos como, por ejemplo: las heces de cerdo para intensificar su producción como en el caso de Chu et al. (2020), quienes, en su estudio sobre la optimización y generación de gas metano por la descomposición de heces de cerdo y la paja de trigo bajo, difieren que en diferentes proporciones generan fermentación intensa de las materias primas, describiendo la eficiencia de las heces de cerdo para incrementar la producción de biogás. Según las pruebas realizadas, cuando el relleno de heces de cerdo es inferior al 50%, la producción de biogás se incrementa aceptablemente, sin embargo, el aumento del relleno de residuo fecal de porcino en la descomposición mixta puede elevar su cantidad de metano en el transcurso de su descomposición, Siempre y cuando el relleno de estiércol de cerdo es mayor que al 50%, la producción de metano es comparativamente alto, y a comparación no hay una diferencia menor. Mientras que, el incremento de heces de cerdo es de 75%, la producción de gas es positivamente elevado porque se encuentra en su nivel más alto con respecto a la cantidad biogás generada (p.7).

Por otra parte, Sen et al. (2016), infieren que, el desperdicio de alimentos ha sido una preocupación importante en todo el mundo, debido a su gran cantidad de producción y métodos de eliminación inadecuados. Sin embargo, esto ha sido considerado como una materia prima prometedora para la producción de bioenergía empleando las tecnologías de fermentación oscura y digestión anaerobia (p.1).

En otro enfoque, las investigaciones realizadas para dar con la eficiencia de materiales residuales fecales de animales, describen sus resultados generalmente positivos a sus objetivos como, por ejemplo: De Vries et al. (2012), En su trabajo de investigación, sobre la comparación de las consecuencias ambientales de la mono y codigestión anaerobia de las heces de cerdo para generar energía limpia acotan que, en donde la mono digestión anaerobia de las heces de cerdo genera energía limpia, mejora el desempeño ambiental en comparación con el manejo de estiércol convencional, pero representa una

fuentes limitadas de bioenergía. El procedimiento de codigestión con ensilaje de maíz y como componente extra colas de remolacha, mantienen rivalidad con la alimentación de los animales, el incremento de la producción de bioenergía por la glicerina, se mantiene hasta los 500%, la acidificación por descomposición de ello, cada vez es menor, y la eutrofización formada por el incremento de partículas en el agua dulce, empero la eutrofización marina es de mayor incremento, uso del recurso tierra y seguido de ello, el cambio climático a través de LUC. La codigestión con la mezcla de estimulante de la levadura de trigo, un componente rico en proteínas remplazado con harina de soja, incrementó todos los cambios ambientales. Además, la codigestión con la hierba en la carretera, un producto residual, parecía más sostenible para el medio ambiente para aumentar la producción de bioenergía de la monodigestión (p. 29).

Las heces de cerdo no solo son usadas para generar biogás, sino también son usadas con fines agrícolas, puesto que es una fuente microbiológicamente rica para la fermentación y degradación de materiales orgánicos de diferente procedencia; es por ello, que el estudiante Quilumbango (2012), concluye que, el sistema de fermentación en la producción de fertilizante mediante el uso de minibiodigestor replica la biodigestión de la mezcla de heces de cerdo y cuy, para mejorar el proceso de fermentación anaeróbico para recaudar un fertilizante de mayor calidad (p. 87).

Heces de cerdo. Moreno (2019) redacta en su tesis sobre que las heces de cerdo están compuestas por factores fisicoquímicos y microbiológicos que permiten generar resultados en diferentes productos energéticos; porcentajes de la composición fisicoquímica y microbiológica de las heces de cerdo: 4% de Nitrógeno, 6.98 de Óxido de Fósforo, 0,52 de Óxido de Potasio, conductividad eléctrica de 5.40 dS/m, 7.1 de pH, 9.80 de Carbono/Nitrógeno (p.9).

En el Perú, los trabajos de investigación para producir biogás pueden llegar a un nivel muy importante, ya que es necesario obtener un recurso renovable como la biomasa residual para generar energía limpia. Según Cueva (2012), en su estudio concluye que, la generación de biogás del estiércol de cerdo y residuos sólidos orgánicos vegetales en un sistema continuo de fermentación se puede generar en promedio al día 14,864 cm³ de biogás, y a los 18 días de la

descomposición y la producción es de 644, 668 cm³ a los 58 días en que terminó la fermentación de los residuos sólidos orgánicos (p. 88).

Por otro lado, las estrategias implementadas para desarrollar eficiencia en la producción de biogás a partir de ideas hacen que sea posible la industrialización de dicho recurso, como ha demostrado el autor Padilla (2015) en su investigación para generar biogás y compost a partir materia orgánica residual, concluyó que, el biodigestor de material plástico es de mayor eficiencia que los biodigestores de vidrio, permitiendo que se produzca ascendentemente un 17% de eficiencia. Y para el compost obtenido, la mayor cantidad de concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, se incrementó favorablemente gracias al ambiente que proporciona el biodigestor de plástico en comparación con el de vidrio, ya que este limita su potencial energético para el uso agrícola (p. 42).

Posteriormente, a los proyectos de investigación que se encargan de generar biogás a partir de mezclas de materiales orgánicos; también realizan proyectos de diseño experimental con materiales netamente basados en el diseño estructural, un ejemplo de diseño propuesto por Huamán (2017) finalizó que, el biogás generado mediante el tratamiento de residuos orgánicos municipales, donde preliminarmente se construyó un diseño de tres biodigestores experimentales con cargas semicontinuas con la aplicación de un software Auto CAD 2013 previamente tomando en cuenta los siguientes paramentos: **T1** su volumen total es de 85 litros, altura cilíndrica 74.5 cm, diámetro base superior y base céntrica 0.30 - 0.39 cm, carga de altura volumétrica sustrato y co-sustrato 47.5 cm y espacio superior para acumulación de biogás 27 cm; **T2** el volumen total es de 85 litros, altura cilíndrica 74.5 cm, diámetro base superior y base céntrica 0.30 - 0.39 cm, carga de altura volumétrica sustrato y co-sustrato 46.0 cm y espacio superior para acumulación de biogás 28.5 cm; **T3** el volumen total es de 85 litros, altura cilíndrica 74.5 cm diámetro base superior y base céntrica 0.30 - 0.39 cm, carga de altura volumétrica sustrato y co-sustrato 49.6 cm y espacio superior para acumulación de biogás 24.9 cm (p. 114).

De manera similar, proyectos basados en obtener resultados en áreas específicas donde su principal objetivo se basa en solucionar problemas en trabajos pilotos, como la investigación de Yauyo (2016), donde elaboró un

biodigestor con forma tubular para el manejo de heces de cerdo, por consecuencia, se pudo obtener biogás y biol al término de 30 días de fermentación del digestor, validando de esta forma los requerimientos teóricos (p. 104).

En relación a las opiniones respecto a los aspectos teóricos de cada componente clave que se menciona en esta investigación; los biodigestores.- son medios herméticos e impermeables donde se realizan tratamientos con o sin presencia de oxígeno con el objetivo de generar reacciones ya sean químicas o biológicas producidas por el ciclo de descomposición de materia orgánica, de tal manera que dichas reacciones son realizadas con la finalidad de generar un producto que sea usado como un bien energético o biorremediación de masa contaminante

(Civilgeeks, 2015, p.2).

En la región de San Martín, los trabajos de investigación para generar biogás usando estiércoles y residuos sólidos, aún son escasos, mediante un adecuado manejo y un tratamiento tanto fisicoquímico como micro biológico puede considerarse un bien energético renovable. Por lo tanto, trabajos relacionados pueden tomarse como ejemplo para puntos estratégicos con respecto a la obtención de biogás, es por ello que el investigador Panduro (2017) concluyó que el tratamiento integral de aguas residuales del camal municipal en Moyobamba, son negativamente satisfactorios, ya que estos medios mantienen una carga contaminante, donde se presenta la eficiencia en remoción de DBO₅, y DQO, con cargas orgánicas representantes a 5000MGO₂/L en un tiempo de retención representando 0,8 días, permitiendo así aplicar un tratamiento integral a las aguas contaminadas y obteniendo de ello la generación de productos como el biogás, biol y biosol (p. 75).

Desde el punto de vista de la contaminación ambiental por gases, es inconmensurable la posibilidad que este problema se incremente a largo plazo, es por ello, que las investigaciones como Mendoza (2017), quien en su investigación, optó por evaluar la contaminación atmosférica que es generada por la descomposición del material sólido residual en el botadero de Moyobamba, mediante un previo análisis del panorama real y el trabajo realizado en análisis

para obtener resultados como medición de parámetros: SO₂, CH₄ y H₂S, los puntos para realizar el monitoreo son dos, descartando como promedio representativo en el punto de Barlovento de 3.45 (p. 37).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de Investigación.

El enfoque de esta investigación es cuantitativo porque se determinó el objetivo del proyecto en base a los resultados en relación al número de días, según el punto de vista de Hernández (2014), el uso de la recopilación de datos para experimentar la hipótesis mediante un fundamento en la medición numérica y el uso del análisis estadístico, para implantar patrones de conducta y así tantear teorías.

Diseño de investigación:

La presente investigación es aplicada, ya que, es una forma de ver la realidad en la actualidad con evidencia científica, optando por diferentes puntos que caracterizan situaciones de la vida cotidiana y solucionando problemas mediante la práctica y control de las mismas (Hernández, 2014). Y es de tipo experimental, porque determinará el comportamiento de los componentes que serán experimentados donde se obtendrán resultados de los cambios intencionados en las variables puestas como principales puntos experimentales (p. 3).



X1: En este punto se tomó como referencia las cantidades de sustratos para cada tratamiento que está conformado por diferentes proporciones de sustratos de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos que serán usados para la digestión anaerobia.

Y1: se representa el tiempo óptimo en que se genera la digestión anaerobia.

3.2. Variables y operacionalización:

El proyecto titulado: “Determinación de la eficiencia de las heces de cerdo, en la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos en Yantaló 2020”, sus variables son:

Variable Independiente: Aplicación de heces de cerdo.

Variable dependiente: Digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos.

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala
Aplicación de heces de cerdo	La aplicación de estiércol de cerdo en la digestión de los RRSS orgánicos en el tratamiento de digestión anaerobia puede resultar una alternativa eficiente para su aceleración.	Para calcular las proporciones de la materia prima (heces de cerdo, residuos sólidos orgánicos) se procedió a pesar los materiales en una balanza gramera.	Porcentaje de heces	Proporción del tratamiento 1 (T1-A). Proporción del tratamiento 2 (T2-B). Proporción del tratamiento 3 (T3-C) .	%	Razón
Digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos	Digestión anaerobia proceso de generación de biogás por descomposición de materia orgánica, lo cual busca ser usada como combustible para generar energía limpia (Venero María, 2011, p. 56)	Se evaluó el tiempo mediante los días calendarios en que se genera el biogás así mismo también la calidad obtuvo, y mediante un manómetro se calculó las cantidades de biogás que este genera diariamente en hoja de campo y se determinó la eficiencia según los resultados obtenidos.	Tiempo en que se degrada la materia orgánica	Días en que se realiza la digestión anaerobia.	días	Razón
			Tiempo en que se genera el biogás (Eficiencia).	Días de generación de biogás producidos.	días	
			Calidad de biogás obtenido	CH ₄ , CO ₂ , O ₂	%	

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1. Población:

La población es el conjunto de elementos que constituye un lugar de estudio, considerando así, personas, animales o cosas (Borrego, 2008, p. 2).

La Población de la presente investigación está representada por heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos que son generados en el distrito de Yantaló 2020.

Criterio de inclusión:

- Se consideró heces de cerdo de granjas y corrales.
- Del mismo modo, se consideró residuos sólidos orgánicos municipales de procedencia doméstica de tipo:
 - Alimenticio.
 - Vegetal.

Criterios de exclusión:

- Heces de cerdo:

Los criterios de exclusión fueron realizados según información de los propietarios de los criaderos cerdos.

- No se tomará en cuenta heces de cerdo que fueron arrojados o disueltos en cuerpos receptores.
- También se excluyeron heces de cerdo que hayan sido disueltos o mezclados con otro tipo de material o agregado como:
 - ✓ Piedras.
 - ✓ Tierra.
 - ✓ Productos químicos de procedencia agropecuaria.
 - ✓ Productos químicos de limpieza.
 - ✓ Heces de animales cerdos enfermos.
 - ✓ Residuos sólidos orgánicos:

- No se tomó en cuenta a los residuos sólidos orgánicos como:
 - ✓ Residuos sólidos orgánicos biocontaminados.
 - ✓ Residuos sólidos orgánicos de bares.
 - ✓ Residuos sólidos orgánicos que tuvieron tenido contacto con productos químicos de procedencia agropecuaria.

3.3.2. Muestra:

Se considera como muestra a las partes representativas extraídas de una población (Borrego, 2008, p. 2). Siendo así, las muestras estuvieron compuestas 15 kg de materia prima, constituido por 7.5 kg de residuos orgánicos domésticos y 7.5 kg de heces de cerdo y divididas en proporciones para cada tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2: *Tabla de muestras en proporciones para los tratamientos de digestión anaerobia.*

MUESTRA DE HECES DE CERDO Y RESIDUOS ORGANICOS DOMÉSTICOS (RSOD) PARA LOS BIODIGESTORES.		
Tratamiento de las proporciones	Proporciones de materia prima (Heces de cerdo y RRSS).	Cantidad en kg de la composición de materia prima (Heces de cerdo y RSOD).
T1-A	60% heces y 40% RRSS.	3 kg de heces de cerdo – 2 kg de RSOD.
T2-B	50% heces y 50% RRSS.	2.5 kg de Heces de cerdo – 2.5 kg de RSOD.
T3-C	40% heces y 60% RRSS.	2kg heces de cerdo – 3 kg de RSOD.

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

3.3.3. Muestreo:

El muestreo se consideró no probabilístico por cuotas por criterios técnicos del autor. El presente trabajo de investigación se realizó en Yantaló distrito de la ciudad de Moyobamba departamento de San Martín.

➤ **Unidad de análisis:**

Se consideró unidad de análisis de la investigación a las heces de cerdo y los residuos sólidos orgánicos domésticos.

Tabla 3: Proporciones de las repeticiones de cada tratamiento.

Repetición.	TRATAMIENTOS		
	Proporción A	Proporción B	Proporción C
	(Al 60% de heces y 40% de RSOD).	(Al 50% de heces y 50% de RSOD)	(Al 40% de heces y 60% de RSOD)
1	1	1	1
2	1	1	1

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnicas:

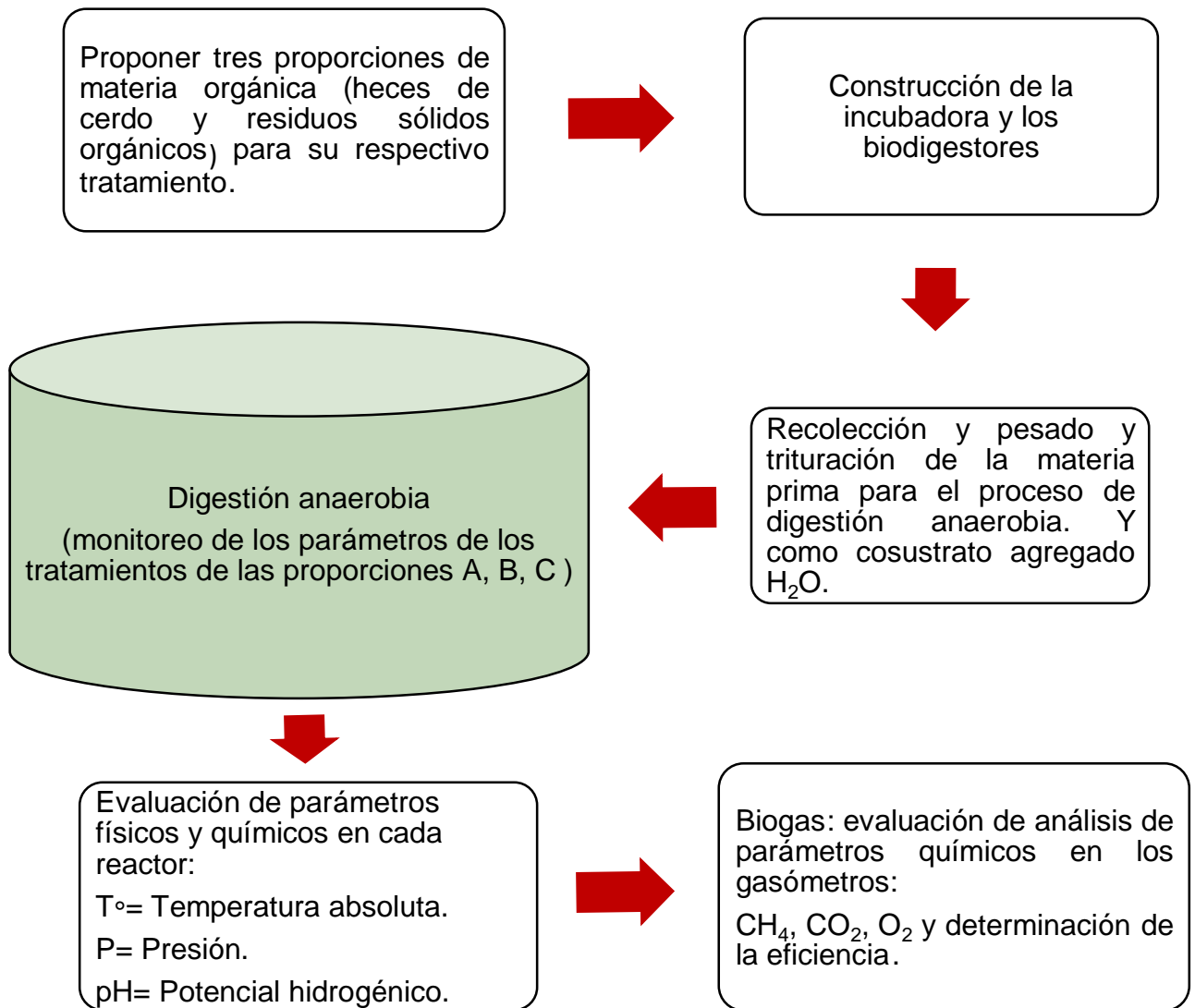
Observaciones y mediciones directas.

Se realizó las técnicas de observación y medición directa de las variables de estudio en el lugar y el medio donde se realizó el experimento

Técnica experimental.

Se consideró técnica experimental por que se realizó la construcción de un medio (incubadora) e instalación de biodigestores para los tratamientos, con la finalidad de albergar las condiciones adecuadas que permitieron el desarrollo del proceso de digestión anaerobia. El desarrollo de la técnica experimental está proyectado en un diagrama donde el proceso de la digestión anaerobia demuestra el sistema de funcionamiento desde el agregado de materia prima hasta el almacenamiento del biogás (Figura 1).

Figura N° 1: Diagrama de proceso de digestión.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Hoja de campo:

La hoja de campo es el instrumento que se utilizó para registrar los datos durante el experimento, lo cual dentro de ello se registró los datos de los resultados que se obtuvieron durante el proceso del experimento de digestión anaerobia. Durante el experimento se registraron los datos de los parámetros físicos (P, T°) y químicos (pH) con la ayuda de los instrumentos técnicos.

Instrumentos técnicos:

- Calendario.
- Termómetro.
- Manómetro.
- Gasómetro.
- Balanza de gramera.
- Analizador de gases (Laboratorio).
- Peachímetro Ambiental.

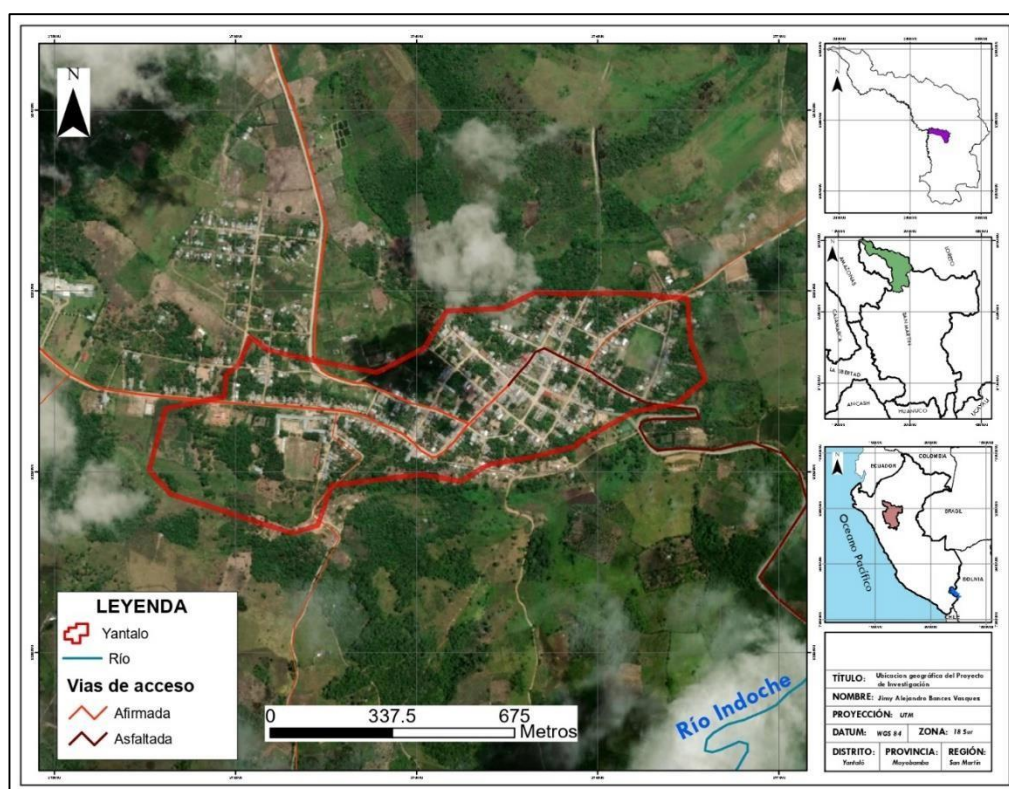
3.5. Procedimientos:

Obtención y caracterización de la materia prima

Obtención de la materia prima

Para evaluar los porcentajes de la materia prima, se recolectaron los residuos sólidos orgánicos domésticos y heces de cerdo provenientes del Distrito de Yantaló, Provincia de Moyobamba del departamento de San Martín, situada a una altitud de 830 m.s.n.m. y una población de 2791 hab. (Figura 2), (Anexo 2).

Figura N° 2: Distrito de Yantalo – Ciudad de Moyobamba – Capital de San Martin Fuente: Google Earth.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020

De acuerdo a Camasca et al (2019, p.31) La generación per cápita de los residuos sólidos en el Distrito de Yantalo se da de acuerdo a la (Tabla 4).

Tabla 4: Total, de generación de residuos sólidos orgánicos comparados por la cantidad de habitantes kg/día, ton/mes y ton/año.

Localidad	GPC (kg/persona/ día)	Población proyectada	Generación diaria (TN/mes)	Generación mensual (TN/mes)	Generación anual (TN/año)
	A	B	$C(A*B)/1,000$	$D=C*30$	$E=D*12$
Yantalo	0.426	2,333	0.99	29.80	357.59

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Se recolectaron los residuos sólidos orgánicos domésticos segregados en la planta municipal, ubicada a espaldas de la escuela I.E 179 en el Jirón Santa Rosa N° 372, carretera Tingana del centro poblado Distrito de Yantalo. La recolección de heces de cerdo se desarrolló en las granjas y corrales para crianza porcina del centro poblado Yantalo.

Todo el material recolectado se trasladó al lugar del experimento, donde posteriormente fueron seleccionados con la finalidad de evitar material que pueda alterar el tratamiento de digestión (Anexo 6).

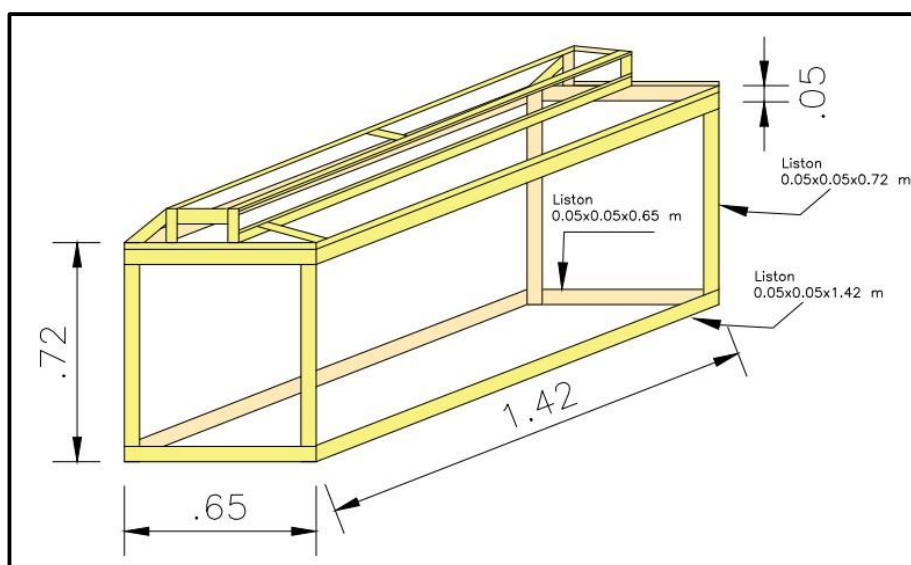
a. Proponer tres proporciones de heces de cerdo y residuos sólidos para la digestión anaerobia.

Se realizó el pesaje de heces cerdo y residuos sólidos orgánicos domiciliarios y para las proporciones A, B y C como indica en la tabla de muestra (Tabla 2). Los resultados fueron registrados en una hoja de campo. La cantidad de agua fue en proporción de 3 en 1, es decir, que por cada kilogramo de materia prima se utilizó 3 litros de agua con un pH próximo al neutro (Anexo 6).

Construcción de la estructura de la incubadora para los biodigestores.

Para construir la incubadora se utilizaron 4 listones de madera de 5x5x1.42 cm y 4 listones con dimensiones de 5x5x 65 cm. Para la tapa se utilizaron 4 listones de 5x5 cm, dos de ellas de 65 cm de largo y las otras dos 1.42 m de largo. Para las columnas se utilizó 4 listones de 5x5x72 cm y para la cubierta se utilizó 2 planchas de triplay. Una vez realizada la estructura se colocó la tapa que fueron sujetadas con 2 bisagras de 5 cm (Figura 3 y 4) y (Anexo 9).

Figura N° 3: Plano de la estructura con listones de madera.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Figura N° 4: Representación de medidas y construcción de la incubadora.

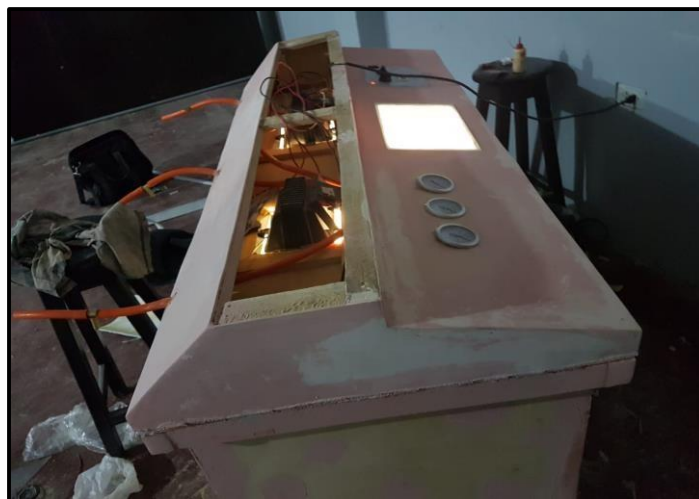


Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Instalación del sistema eléctrico de la incubadora.

La instalación consistió en colocar un termostato modelo Samsung, con el fin de regular la temperatura hasta un máximo de 72°C y como mínimo 70°C y con la ayuda de dos reflectores de halógeno y también se utilizó un reflector térmico de 1cm y de 2 metros de ancho y de largo 6 metros (forrado en el interior de la incubadora) permitió albergar y aislar las condiciones térmicas en la incubadora (Figura 5).

Figura N° 5: Figura N° 5: Proceso de instalación del sistema eléctrico térmico de la incubadora.

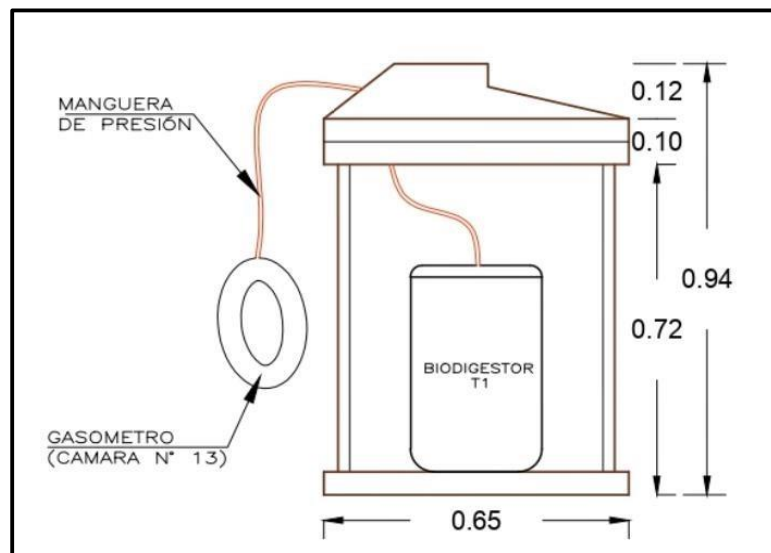


Fuente: Elaboración del investigador, 2020

Ensamblado de los biodigestores.

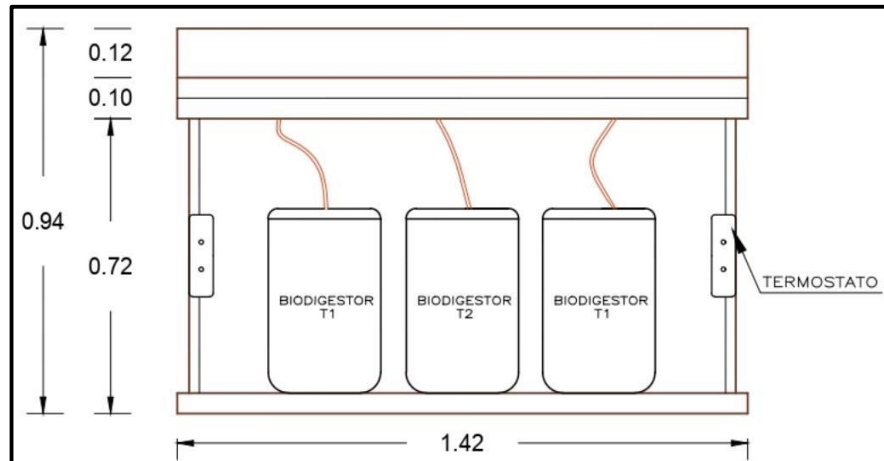
Para el ensamblado de los biodigestores y sus mediciones, se utilizaron tres bidones azules con capacidad de 30 litros y con tapa hermética y abrazadera de metal. Para la salida del biogás, se acoplo una manguera universal de presión acoplados con Niple de bronce $\frac{1}{2}$ " por $1 \frac{1}{2}$ " con rosca en cada extremo, se usaron 3 unidades una en cada tanque. Luego, se acopló con una tuerca de paso al Niple de tuerca giratoria para donde luego se acoplo la manguera de gas que está conectado por 6 TEE de bronce de $\frac{1}{2}$ ", de las cuales, tres TEE se utilizaron para la separación del gasómetro y el manómetro y las otras tres para la separación del gasómetro y la válvula de salida con 3 llaves de paso de $\frac{1}{2}$ ", una en cada gasómetro. Para evitar posibles fugas se utilizaron 24 abrazaderas de presión con perno rosca en cada extremo de las mangueras (Figura 6) (Anexo 7, 8).

Figura N° 6: Representación de la ubicación de los biodigestores tipo batch (T1- Proporción A) en la incubadora.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Figura N° 7: Representación de la ubicación de los biodigestores tipo batch en la incubadora.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Figura N° 8: Representación de la ubicación de los biodigestores tipo batch en la incubadora.

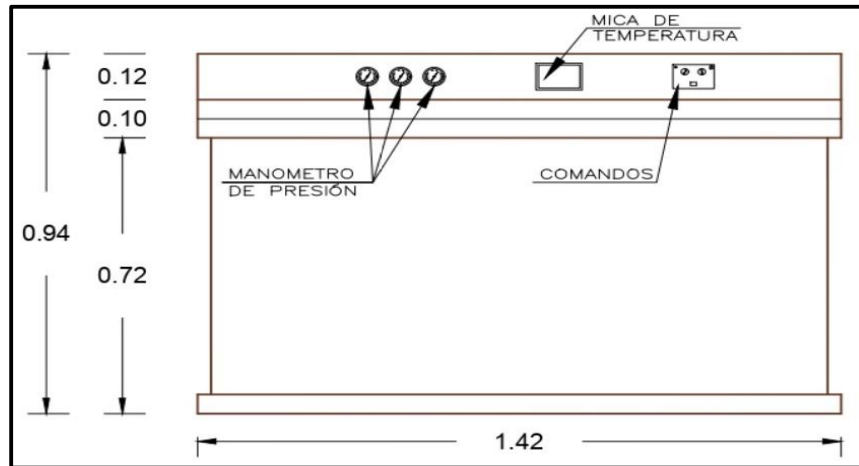


Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Instalación de instrumentos para control de temperatura y presión.

Para medir los parámetros físicos, se instalaron tres manómetros de presión marca Enzo-SF de 14 bares de 200 psi “uno para cada biodigestor”. Y para la temperatura se utilizó un termómetro digital ambiental cuya sonda se instaló en el interior de la incubadora. Los comandos de encendido y apagado estaban conectados mediante un sistema eléctrico que permitía bajar y subir la temperatura (Figura 9).

Figura N° 9: Representación de la ubicación de los instrumentos para el control de T° y P .



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Figura N° 10: Representación de la ubicación de los instrumentos para el control de T° y P .



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

b. Evaluar el tiempo de digestión anaerobia de las heces de cerdos y de residuos sólidos orgánicos domésticos en el biodigestor tipo batch.

Preparado de la materia prima.

Toda la materia prima, con sus respectivas proporciones, se trituraron y se combinaron con el agua hasta obtener un producto homogéneo para antes y durante la digestión. Las mezclas fueron colocadas en cada biodigestor para luego ser sellados herméticamente con abrazaderas metálicas. Los biodigestores fueron colocados en la incubadora. Se conectó la electricidad para poner en funcionamiento la incubadora, paralelo a eso, se calibro el termostato de temperatura y se inició el proceso de digestión anaerobia.

Monitoreo del proceso

Para realizar el monitoreo se usó un termómetro ambiental digital, cuyo rango es de -25°C hasta 100°C de temperatura ambiente, también se usó un Peachimetro digital ambiental Tecpel, manómetros marca EnzoSF de 14 bar – 200 psi, y también se usó una hoja de campo para el registro de los resultados del monitoreo de los parámetros físicos. En consecuencia, durante el proceso de digestión, se llevó a cabo el monitoreo diario de los 3 tratamientos durante 15 días. Los resultados diarios de los parámetros físicos de los tratamientos fueron registrados en la hoja de campo donde luego fueron tabulados en cuadros estadísticos. El registro diario de las reacciones de cada tratamiento fue moldeando las curvas de las figuras dando con las variaciones de las reacciones físicas de cada tratamiento (Figura 11, 12, 13, 14).

c. Determinación de la proporción óptima de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la generación de biogás.

Los resultados del monitoreo diario de los parámetros físicos (P, T°) y químicos (pH) fueron tabulados para luego ser procesados estadísticamente. Al finalizar el proceso de digestión anaerobia se procedió a cerrar las llaves de los gasómetros con el biogás en el interior para luego ser llevadas al laboratorio de la Empresa De Servicios Integrales De Ingeniería Y Tecnología Ambiental Servita E.I.R.L, en donde se determinó la cuantificación y caracterización del biogás producido. Para cuantificar y caracterizar el biogás producido se realizó el análisis de CH₄, CO₂, O₂ y luego se realizó la representación de la composición en porcentaje.

En vista de ello se procederá a realizar la determinación de la eficiencia de las heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos municipales en la digestión anaerobia.

Segunda repetición

Para la segunda repetición se realizó el mismo procedimiento, con las mismas proporciones de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y heces de cerdo y misma cantidad de cosustrato (agua) durante el mismo tiempo.

3.6. Método de análisis de datos.

El método de recolección de datos que se utilizó para determinar el comportamiento los resultados físicos pH, T°, P, fue el método monitoreo in situ. Para la presión se usó la tabla de conversiones con la finalidad de convertir las unidades de presión de PSI a mmHg por que la presión con la unidad en PSI en los tres tratamientos mostro un indicador numérico bajo por lo que se tuvo que convertir a mmHg donde los valores tienen mayor representación numérica pero la presión sigue siendo la misma. Para el análisis de gases CH₄, CO₂, O₂, BALANCE, se utilizó el método de cromatografía de gases. Por otro lado, se utilizó un diseño factorial con el objetivo de investigar diferentes resultados de las medias de las 2 repeticiones en los tres para luego realizar el análisis de varianza de cada

tratamiento y determinar el mejor tratamiento. Para analizar los parámetros T°, pH, y presión (P) se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), donde se determinó el comportamiento de cada parámetro en función a los tratamientos*días. Los resultados fueron representados en cuadros estadísticos donde se evaluaron las diferencias significativas de los resultados de los parámetros físicos y químicos cada tratamiento y para ello se utilizó un software SPSS y con el programa Excel 2019 donde se realizó los cuadros estadísticos con la finalidad de evidenciar el tratamiento que se desarrolló mejor respecto a las proporciones.

Determinación de la eficiencia.

Se promedió los resultados de laboratorio de la primera y segunda repetición con la finalidad de ser procesados para determinar la eficiencia. Para calcular la eficiencia se utilizó un ideal propuesto por Tobares (2012, p. 69) (Tabla 5), donde indica los rangos de los valores que generalmente se encuentran presentes en el biogás. Para determinar la eficiencia se sometió los valores obtenidos a la *prueba t-student* con la finalidad de comparar los resultados obtenidos y los resultados alcanzados (Tabla 22, 23, 24).

Tabla 5: Composición del biogás.

Componentes	Componentes
Metano (CH4)	50 - 75%
Dióxido de carbono (CO2)	25-45%
Agua (H2O)	2-7% vol
Ácido sulfhídrico	20-20 000 ppm
Nitrógeno (N2)	< 2% vol
Oxido (O2)	< 2% vol
Hidrogeno (H2)	< 1% vol

Fuente: Elaborado por Lorena Tobares, 2012.

3.7. Aspectos Éticos.

La presente investigación tiene la estabilidad respaldada por los resultados obtenidos, cuya aprobación es avalada por el laboratorio donde se realizaron los análisis correspondientes, por otro lado, la información que sirvió como antecedente y base teórica para el presente informe de investigación cuenta con sus respectivas referencias y también se respeta los derechos de autor, haciendo uso de la norma (ISO 690). Asimismo, se redactó conforme a los lineamientos que la Universidad César Vallejo establece. Y también se tomó en cuenta que mediante el procedimiento para la obtención de resultados se utilizarán instrumentos validados por diferentes autores que realizaron una investigación con diferentes enfoques y métodos, pero con la misma finalidad; sin embargo, también se tomó en cuenta aspectos importantes brindados por CONCYTEC, ya que, está referido a los lineamientos de conducta responsable, donde define la prohibición del uso de información sin ser citada o parafraseada o también alteración de su contenido informativo.

IV. RESULTADOS

- a. Proponer tres proporciones de heces de cerdo y residuos sólidos para la digestión anaerobia.

T1.- Las proporciones de los sustratos del tratamiento “1” fueron de diferentes tipos de residuos cuyo registro se realizó en la hoja de campo como muestra en la siguiente tabla 6.

Tabla 6: Evaluación de diferentes porcentajes para el tratamiento “T1-Proporción A”.

T1-Proporción A			
HECES DE CERDO	TIPO	VOL.	%
	Heces de cerdo	3kg	60%
	TOTAL	3kg	60%
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	TIPO	VOL.	40%
	Tallos de maíz	1kg	20%
	Fibras de caña	400g	8%
	Residuos de cebolla	100g	2%
	Residuos de guinea	250g	5%
	Residuos de choclo	150g	3%
	Cascaras de naranja	100g	2%
	TOTAL	5kg	100%
AGUA	Agua	15L	Cosustrato
	TOTAL	15L	Cosustrato

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

T2.- En el tratamiento “2”, también se utilizó la hoja de campo para registrar los diferentes tipos de residuos que se utilizaron para su tratamiento como muestra la siguiente tabla 7.

Tabla 7: Evaluación de diferentes porcentajes para el tratamiento “T2-Proporción B”.

T2- Proporción B			
HECES DE CERDO	TIPO	VOL.	%
	Heces de cerdo	2.50kg	50%
	TOTAL	2.50kg	50%
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	TIPO	VOL.	%
	Hoja de bijao	250g	5%
	Residuos de maíz	100g	2%
	Residuos de caña de Azúcar	50g	1%
	Residuos de naranja	300g	6%
	Residuos de yuca	1kg	20%
	Residuos de paja de arroz	800g	16%
	TOTAL	5kg	100%
AGUA	Agua	15L	cosustrato
	TOTAL	15L	cosustrato

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

T3.- El tratamiento “3” también contiene diferentes tipos de residuos, cuyos resultados también fueron registrados en una hoja de campo (Tabla 8).

Tabla 8: Evaluación de diferentes porcentajes para el tratamiento “T3-Proporción C”.

T3-Proporción C			
HECES DE CERDO	TIPO	VOL.	%
	Heces de cerdo	2kg	40%
	TOTAL	2kg	40%
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	TIPO	VOL.	%
	Residuos de maíz	1kg	20%
	Residuos de yuca	500g	10%
	Residuos de naranja	250g	5%
	Cascaras de plátano	500g	10%
	Cascaras de maní	200g	4%
	Residuos de frijol	300g	6%
	Residuos de cebolla	50g	1%
	Desperdicios de verduras	200g	4%
	TOTAL	5kg	100%
AGUA	Agua	15L	Cosustrato
	TOTAL	15L	Cosustrato

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

b. Evaluación del tiempo de digestión anaerobia de las heces de cerdos y de residuos sólidos orgánicos domésticos en el biodigestor tipo batch.

Parámetros de la codigestión (pH)

Evidentemente el pH durante el proceso de digestión fue cambiando de acuerdo a la proporción de cada tratamiento; durante el tratamiento el rango acidogénico en cada reactor dependió mucho de la temperatura cuyo rango fue de 70°C a 72° C, sin embargo, la espuma generada durante la fermentación fue de gran ayuda, ya que el rango acidogénico de los parámetros se mantuvieron óptimos durante el proceso de fermentación.

En la siguiente tabla se muestra la representación del monitoreo diario de pH de cada tratamiento y su repetición en función a los días (Tabla 9).

Tabla 9: Factores de unidad de muestreo (pH).

		Etiqueta de valor	N°
Tratamientos de las proporción	1	T1-A	30
	2	T2-B	30
	3	T3-C	30
Días	1		6
	2		6
	3		6
	4		6
	5		6
	6		6
	7		6
	8		6
	9		6
	10		6
	11		6
	12		6
	13		6
	14		6
	15		6

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Tabla 10: Análisis de varianza para el pH.

Pruebas de efectos de unidad muestral.						
Variable dependiente: pH.						
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	Hipótesis	0.724	2	0.362	2.450	0.105
	Error	4.139	28	,148 ^b		
Días	Hipótesis	13.081	14	0.934	6.321	0.000
	Error	4.139	28	,148 ^b		
Tratamiento * Días	Hipótesis	4.139	28	0.148	5.029	0.000
	Error	1.323	45	,029 ^c		
a. MS(Días)						
b. MS(Tratamiento * Días)						
c. MS(Error)						

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

En la tabla (Tabla 10) se muestra el análisis de varianza del pH en los tres tratamientos durante los 15 días de muestreo. El pH en los tres tratamientos tuvo valores iniciales de 6.50 (Figura 11). Hubo diferencia significativa durante los días ($p=0.000$, Tabla 9) producto de la fermentación anaeróbica, es decir los días influyeron en la variación diaria del pH en los tres tratamientos ($p=0.000$, Tabla 10).

Tabla 11: Comparaciones múltiples de la media de los tratamientos repetición 1 y 2 para (pH).

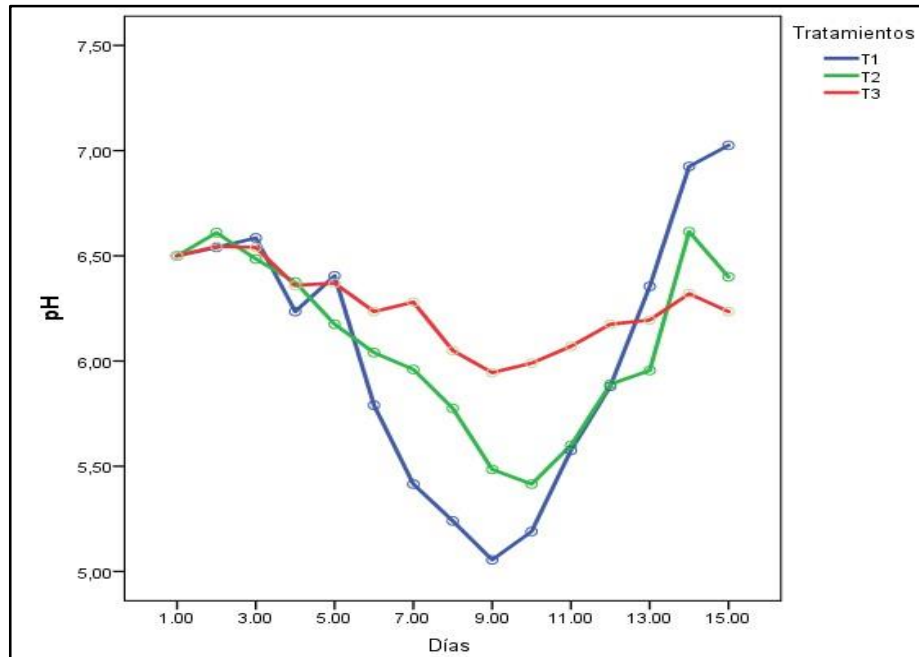
Comparaciones múltiples.							
Variable dependiente: pH.							
(I) Tratamiento			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Sidak	T1	T2	-0.0377	0.04427	0.783	-0.1474	0.0721
		T3	-,2063*	0.04427	0.000	-0.3161	-0.0966
	T2	T1	0.0377	0.04427	0.783	-0.0721	0.1474
		T3	-,1687*	0.04427	0.001	-0.2784	-0.0589
Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = .029.							
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.							

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Según las comparaciones múltiples (Tabla 11), fueron realizadas para identificar el rango significativo de los resultados los tres tratamientos. Las comparaciones múltiples de las variaciones del pH en cada tratamiento están representados en diferencia de medias. En la comparación del tratamiento de la proporción A y el tratamiento de la proporción C hubo diferencia significativa ($p=0.000$), por otra parte, en las comparaciones del B y C si hubo diferencia significativa ($p=0.001$). En la siguiente figura se muestra el comportamiento de las curvas de la media de la repetición 1 y 2 (Figura 11).

Figura N° 11: Comportamiento de las medias de pH de las repeticiones 1 y 2 de los tratamientos de las proporciones A, B, C.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

La variación del pH en los tres tratamientos estuvo influenciada por los días y la temperatura constante que fue aplicada. Como se puede observar en la figura anterior (Figura 11), el tratamiento de la proporción T1-A disminuyó el pH hasta el noveno día comparación del tratamiento T2-B y T3-C que mantuvieron el rango acidogénico por debajo del T1-A. Al llegar al día 15 el T1-A llegó a un valor neutro a comparación del T2-B y T3-C que mantuvieron su nivel de pH por debajo del neutro.

Parámetro de codigestión Presión (P)

Los valores representados en los 3 tratamientos varían según las proporciones de heces de cerdo. El primer día el T1-A generó el primer resultado al igual que el T2-B sin embargo el T3-C sus resultados se mantuvieron en el rango mínimo (Tabla 13).

Tabla 12: Presión (P) Factores inter-sujetos.

		Etiqueta de valor	N°
Tratamientos de las proporción	1	T1-A	30
	2	T2-B	30
	3	T3-C	30
Días	1		6
	2		6
	3		6
	4		6
	5		6
	6		6
	7		6
	8		6
	9		6
	10		6
	11		6
	12		6
	13		6
14		6	
15		6	

Fuente: Elaboración del investigador, 2020

Tabla 13: Análisis de varianza de la presión (P).

Pruebas de efectos unidad muestral						
Variable dependiente: Presión						
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	Hipótesis	200.717	2	100.358	42.182	0.000
	Error	66.617	28	2,379 ^b		
Días	Hipótesis	2242.817	14	160.201	67.335	0.000
	Error	66.617	28	2,379 ^b		
Tratamiento * Días	Hipótesis	66.617	28	2.379	0.579	0.936
	Error	184.750	45	4,106 ^c		
a. MS(Días)						
b. MS(Tratamiento * Días)						
c. MS(Error)						

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Hubo diferencia significativa tanto en los tratamientos ($p=0.000$) como en los días ($p=000$), sin embargo, la interacción tratamiento*días (0.936) muestra valores semejantes de presión es decir que los días no influyeron en la variación de la presión de los tratamientos.

Tabla 14: Comparaciones múltiples de la media de los tratamientos repetición 1 y 2 para presión (P) expresado en (mmhg).

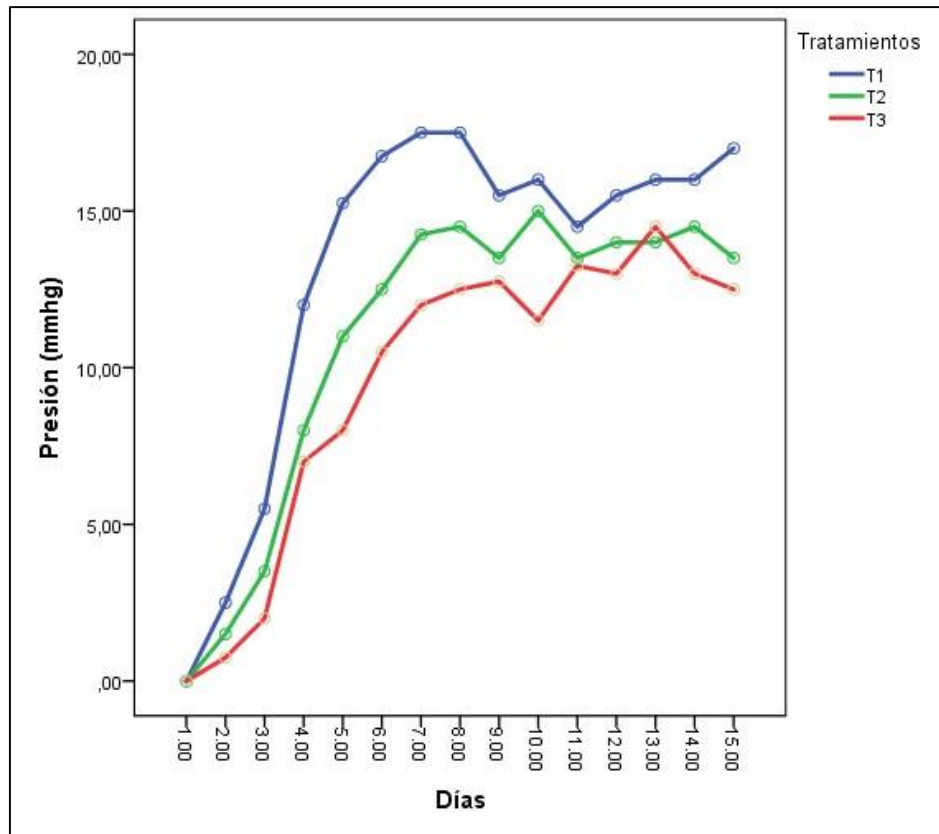
Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Presión							
(I) Tratamiento			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Sidak	T1	T2	2,2833*	0.52317	0.000	0.9859	3.5807
		T3	3,6167*	0.52317	0.000	2.3193	4.9141
	T2	T1	-2,2833*	0.52317	0.000	-3.5807	-0.9859
		T3	1,3333*	0.52317	0.042	0.0359	2.6307
Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 4.106.							
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.							

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Se realizó las comparaciones múltiples de las medias de los resultados de la presión en miligramos de mercurio (mmhg) de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C (Tabla 14). Las comparaciones múltiples de las variaciones de la presión en cada tratamiento están representadas en diferencias de medias. En las comparaciones múltiples hubo diferencia significativa en el T1-A y T3-C ($p=0.000$) el T2-B y el T1-A ($p=0.000$) y el T2-B y el T3-C ($p=0.042$).

Figura N° 12: Comportamiento de las medias de la presión (P) de las repeticiones 1 y 2 de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020

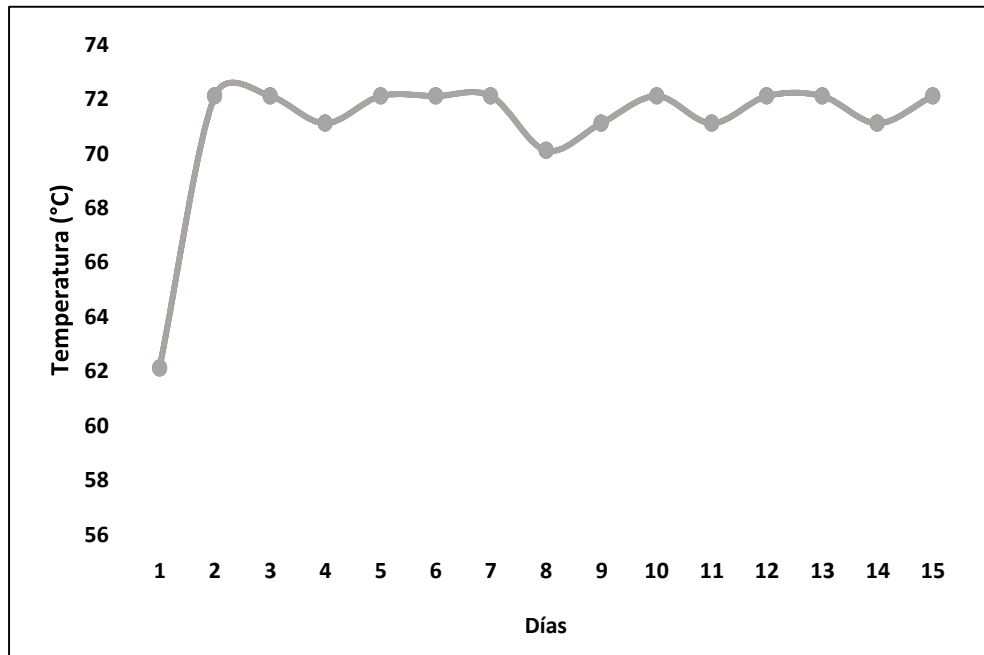
Interpretación.

En la figura 12, se muestran los resultados de la variación diaria de la presión. Los valores que se muestran fueron recaudados desde el primer día cuyos valores ascendieron durante los 15 días de digestión anaerobia.

Parámetro de codigestión Temperatura (T°).

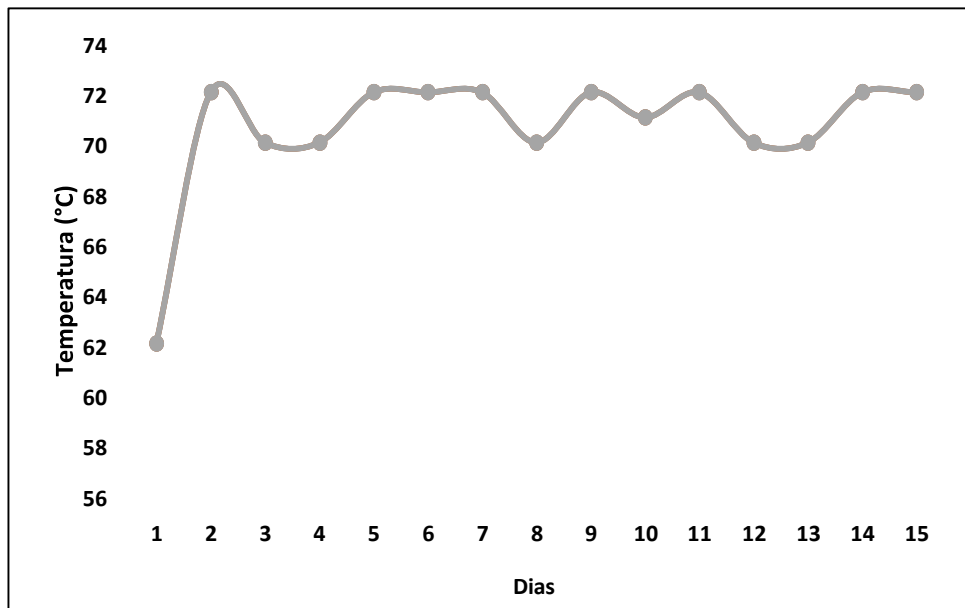
El rango y campamiento de la temperatura durante la digestión determina las reacciones aceleradas de la fermentación de la materia prima en las cuales las características biológicas de los componentes reaccionan mejor a este medio. Durante el proceso de digestión anaerobia, los 3 tratamientos durante los 15 días tuvieron la misma temperatura constante cuya variación fue remota. Por otro lado, las características del ambiente de la incubadora fue lo suficientemente apropiado para alcanzar los rangos termófilos altos (Figura 13 y 14).

Figura N° 13: Temperatura constante para los tres tratamientos en la primera repetición.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Figura N° 14: Temperatura constante para los tres tratamientos en la primera repetición.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020 .

c. Determinación de la proporción óptima de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la generación de biogás.

Para determinar el tratamiento óptimo se realizaron las comparaciones de los resultados de las medias de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C con respecto al pH y la presión P. este proceso se denomina estadísticamente prueba de unidad muestral y comparaciones múltiples.

pH.- Se trabajó los resultados de la media del pH de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C para identificar estadísticamente cual es el mejor tratamiento con respecto a la comparación de las medias de los tratamientos (Tabla 16, 17 y 18).

Tabla 15: Estadística descriptiva de las medias de los resultados de pH de las repeticiones de los tratamientos T1, T2, T3.

Estadísticos descriptivos				
		Media	Desviación estándar	Error estándar
pH	T1	6.0477	0.64490	0.11774
	T2	6.0853	0.41585	0.07592
	T3	6.2540	0.22492	0.04107
	Total	6.1290	0.46528	0.04905

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

En la tabla 15 se muestra que el pH en el T3-C (6.25 ± 0.22) presento valores mayores que en los tratamientos T2-B (6.085 ± 0.41) y T1-A (6.047 ± 0.64).

Tabla 16: Prueba de efectos de unidad muestral de los resultados de pH.

Pruebas de efectos de unidad muestral					
Variable dependiente:					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	0.724	2	0.362	1.699	0.189
Error	18.543	87	0.213		
a. R al cuadrado = ,038 (R al cuadrado ajustada = ,015)					

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

La prueba de efectos de unidad muestral (Tabla 16) para los valores del pH indican que no hubo diferencia significativa en los tratamientos ($p=0.189$).

Tabla 17: Comparaciones múltiples de las medias de los resultados de pH de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:						
Sidak						
(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	-0.0377	0.11920	0.985	-0.3279	0.2525
	T3	-0.2063	0.11920	0.239	-0.4965	0.0839
T2	T1	0.0377	0.11920	0.985	-0.2525	0.3279
	T3	-0.1687	0.11920	0.409	-0.4589	0.1215

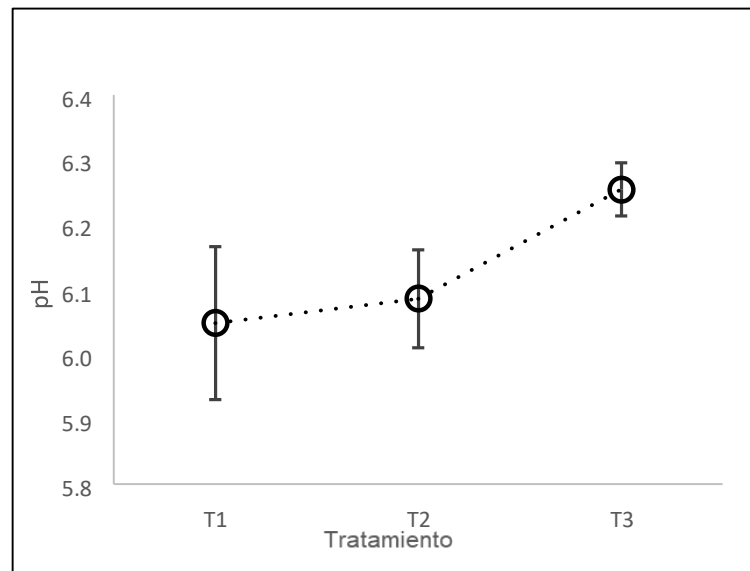
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,213.

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Al realizar las comparaciones múltiples de las medias de los tratamientos, se demuestra que no hay diferencias significativas de las medias en la media de los tratamientos, en el T1-A y T2-C ($p=0.985$), el T1-A y T3-C ($p=0.239$) y el T2 y T3 ($p=0.4589$).

Figura N° 15: Representación del desarrollo de pH de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

(Figura 15) se muestra el comportamiento de las medias del pH de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C. El resultado del tratamiento óptimo en función al comportamiento del pH se pone en evidencia. El tratamiento T1-A desarrolló el pH de manera óptima a comparación del resultado del tratamiento T2-B y T3-C.

Presión (P)

Los resultados de la media de la presión de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C, se pone en evidencia estadísticamente con el fin de manifestar cual tratamiento desarrollo mejor la presión en cada gasómetro (Tabla 18, 19, 20).

Tabla 18: Estadística descriptiva de las medias de los resultados de la presión (P) de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3C.

Estadísticos descriptivos				
		Media	Desviación estándar	Error estándar
Presión	T1	13.1667	5.75855	1.05136
	T2	10.8833	5.28773	0.96540
	T3	9.5500	4.98852	0.91078
	Total	11.2000	5.50271	0.58004

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

En la (tabla 18) se muestra que la presión (P) en el T1-A (13.16 ± 5.758) presentando valores mayores que los tratamientos T2-B (10.88 ± 5.287) y T3-C (9.55 ± 4.988).

Tabla 19: Prueba de unidad de análisis de los resultados de la presión (P).

Pruebas de efectos unidad de análisis					
Variable dependiente:					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	200.717	2	100.358	3.501	0.034
Error	2494.183	87	28.669		
Total corregido	2694.900	89			

a. R al cuadrado = ,074 (R al cuadrado ajustada = ,053)

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Estadísticamente la prueba de efectos de unidad muestral (Tabla 19) los valores de la presión (P) la prueba de efecto de los tratamientos fueron diferentes ($p=0.034$).

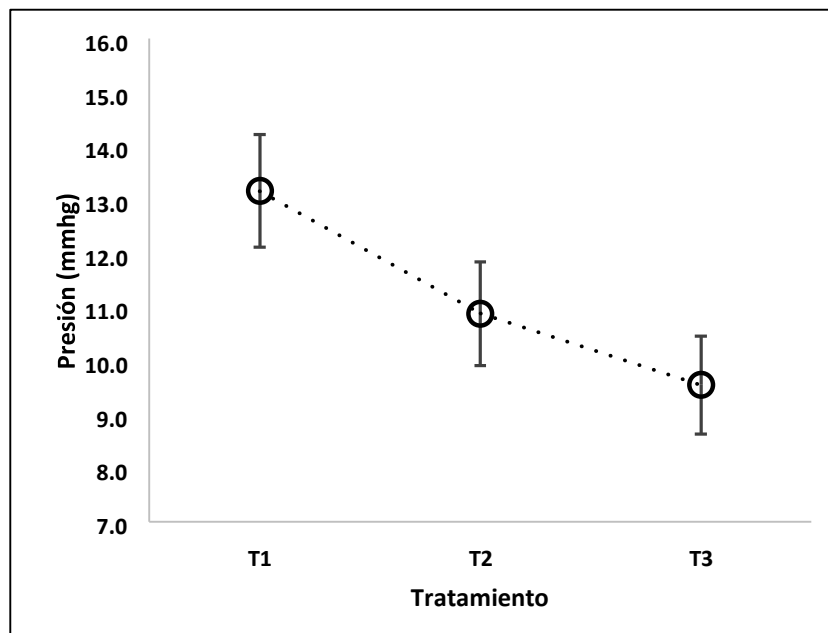
Tabla 20: Comparaciones múltiples de las medias de los resultados de la presión (P) de las repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:						
Sidak						
(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	2.2833	1.38248	0.276	-1.0824	5.6491
	T3	3,6167*	1.38248	0.031	0.2509	6.9824
T2	T1	-2.2833	1.38248	0.276	-5.6491	1.0824
	T3	1.3333	1.38248	0.709	-2.0324	4.6991

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 28,669.
* La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Figura N° 16: Representación del desarrollo de la presión (P) de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

En la figura 16, se muestra el comportamiento de la presión de las medias de los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C. El resultado del tratamiento óptimo en función al comportamiento de la presión se pone

en evidencia. El tratamiento T1-A desarrolló la presión de manera óptima a comparación del resultado del tratamiento T2-B y T3-C.

Análisis de laboratorio para la caracterización y cuantificación del biogás producido.

En la siguiente tabla se muestra las características del biogás producido en las dos repeticiones de los tratamientos T1-A, T2-B, T3C, cuyos resultados están representados en porcentajes según los análisis del laboratorio, el proceso de análisis se realizó al finalizar los tratamientos de digestión anaerobia.

Tabla 21: Media de resultados de los parámetros CH₄, CO₂, O₂ de las dos repeticiones.

Tratamiento	Media de parámetros			
	CH ₄ %	CO ₂ %	O ₂ %	Balance %
T1	67.6	23.9	2.5	6.1
T2	57.7	29.2	1.5	11.7
T3	48.7	13.3	1.5	36.6

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Determinación de la eficiencia

Para determinar la eficiencia se realizó la prueba de *t-student* para comparar entre los resultados obtenidos y los resultados esperados siguiendo a Tobares (2012, p. 69) de los parámetros CH₄, CO₂, O₂ en los tratamientos T1-A, T2-B, T3-C (Tabla 22, 23, 24).

Tabla 22: Prueba de *t-student* del parámetro CH₄.

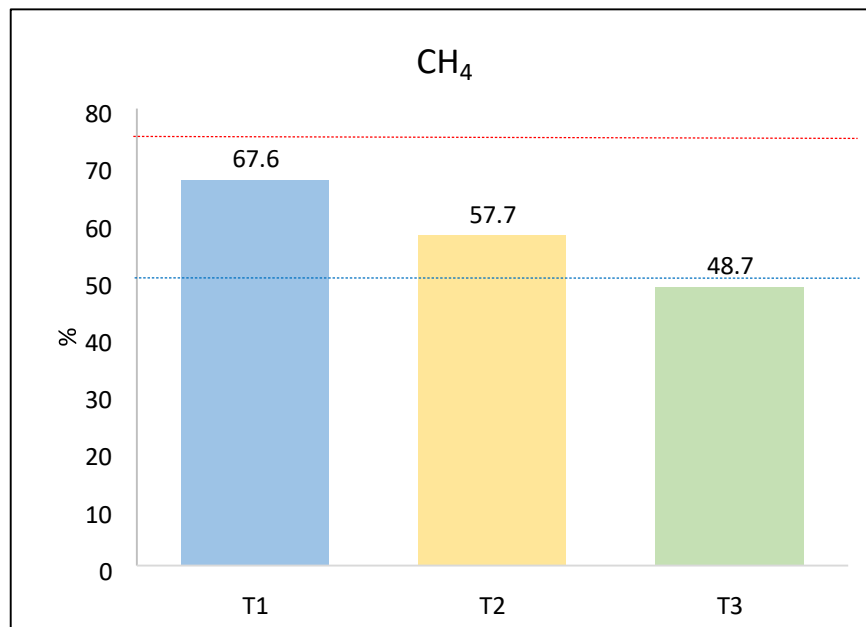
CH ₄						
		Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar			
T1	CH ₄ - CH ₄ esp	7.45000	1.76777	5.960	1	0.106
T2	CH ₄ - CH ₄ esp	17.30000	2.68701	9.105	1	0.070
T3	CH ₄ - CH ₄ esp	26.30000	0.84853	43.833	1	0.015

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Con respecto a las comparaciones de los valores obtenidos y los valores esperados del CH₄ (Tabla 22). Tanto en el T1-A ($p=0.106$) y T2-B ($p=0.070$) no hubo diferencias significativas, sin embargo, en el T3-C los valores fueron significativos ($p=0.015$), es decir, que el T3-C no alcanzó el rango propuesto por Tobares (2012).

Figura N° 17: Representación gráfica del valor esperado y el valor alcanzado de CH₄ en cada tratamiento.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Tabla 23: Prueba de t-student del parámetro CO₂.

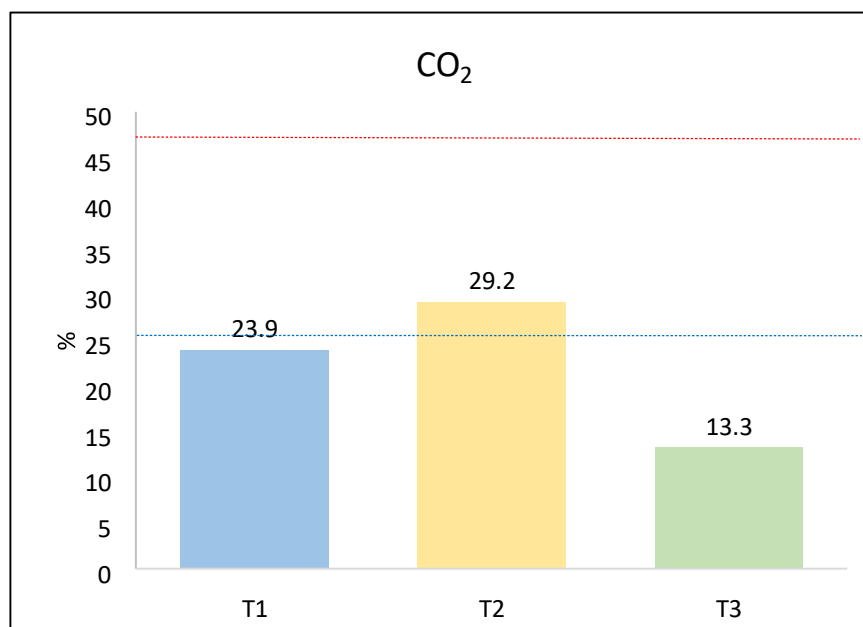
CO ₂						
		Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar			
T1	CO ₂ - CO ₂ esp	21.10000	2.54558	11.722	1	0.054
T2	CO ₂ - CO ₂ esp	15.85000	1.34350	16.684	1	0.038
T3	CO ₂ - CO ₂ esp	31.75000	2.75772	16.282	1	0.039

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Las comparaciones en los valores esperados y los valores alcanzados de CO₂ (Tabla 23). Los tres tratamientos fueron significativos, sin embargo, apenas el T2-B alcanzó los valores mínimos.

Figura N° 18: Representación gráfica del valor esperado y el valor alcanzado de CO₂ en cada tratamiento.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Tabla 24: Prueba de t-student del parámetro O₂.

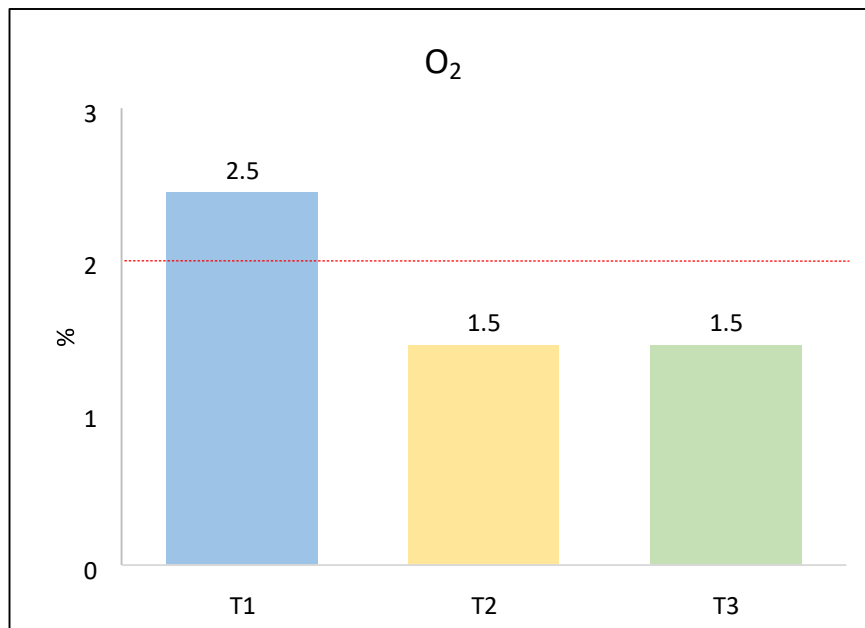
O ₂						
		Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar			
T1	O2 - O2esp	-4.45000	0.49497	-12.714	1	0.050
T2	O2 - O2esp	0.55000	0.77782	1.000	1	0.500
T3	O2 - O2esp	0.55000	0.63640	1.222	1	0.437

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Interpretación.

Los valores esperados y los valores alcanzados del O₂ (Tabla 24), evidencian que tanto el T2-B (p=0.500) como el T3-C (p=0.437) no fueron significativos, sin embargo, el T1-A sobrepasa el valor máximo esperado, por lo que se evidencia un resultado significativo (p=0.050).

Figura N° 19: Representación gráfica del valor esperado y el valor alcanzado de O₂ en cada tratamiento.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Hipótesis

De acuerdo a los resultados que se logró en el presente trabajo, el tratamiento T1-A logró poner en evidencia que a mayor cantidad de heces de cerdo genera aceleración en la digestión de los residuos sólidos orgánicos por lo que las heces de cerdo son eficientes para la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos alcanzando un 67.6% de la concentración total de CH₄ durante 15 días por lo que se acepta la hipótesis alternativa ($F=48.2$, $gl=2$, $p<0.05$). Entrando en contexto, los resultados del monitoreo diario revelaron que el tratamiento T1-A obtuvo mayor dinámica en la digestión con respecto al pH y la presión, en consecuencia, se puede determinar que a mayor cantidad de heces de cerdo la digestión es más acelerada a comparación de los tratamientos T2-B y T3C. Del mismo modo, los resultados del laboratorio determinaron que los parámetros químicos (CH₄, CO₂, O₂) se encontraban en porcentajes óptimos en el T1-A, corroborando su eficiencia con valores propuestos por Tabares (2012).

V. DISCUSIÓN

A nivel nacional el Perú maneja sus residuos sólidos orgánicos mediante normativas de las cuales estas no logran desarrollarse satisfactoriamente, sin embargo, todos los residuos que son generados diariamente son distribuidos en diferentes botaderos. Sin embargo, no se desarrolla un medio que se utilicen dichos residuos como un bien energético, en consecuencia, los problemas que este desarrolla a través del tiempo manifiestan diferentes alertas sanitarias en las poblaciones aledañas.

Según Chu (2020, p.7), aplicando una dosis de heces de cerdo en un 79% encontró un 55,51%, lo cual según el resultado encontrado en la presente investigación se acerca a lo manifestado por el autor, lo cual pone en evidencia la eficacia de la incorporación de heces en la digestión anaerobia para la producción de biogás.

En relación al segundo objetivo (b), el tiempo de digestión anaerobia para la producción de biogás evidencio en el T1 que la ocurre a partir del primer día con un rango de presión 2 mmhg hasta llegar al pico más alto en el séptimo día con un rango de presión de 18 mmhg. Por otra parte, el pH se mantuvo inicialmente en rango aproximado al neutro con un valor de 6.50 en T1-A donde próximamente fue disminuyendo hasta llegar a un pH de 5.08 para luego elevarse a un rango de 7.04 durante los 15 días. En comparación a la investigación de Huamán (2017, p.114) el pico más alto de presión es de 16 mmhg debido a que su gasómetro es relativamente grande y la materia prima que utilizo fue de una mezcla de estiércoles de varios animales domésticos como (vaca, cuy, gallina, etc), además sus proporciones fueron de 28.2 de materia prima, 25 kg de estiércol y 3.2 de residuos vegetales cuyo tiempo de digestión fue de 85 días con rangos de pH de 5.80 a 7.50.

Finalmente, en el tercer objetivo (c), el tratamiento óptimo para la producción de biogás es el T1-A que mantuvo un porcentaje superior de heces de cerdo a comparación del resto de los tratamientos. Chu (2020, p.7), indica que a mayor proporción de heces de cerdo genera producción mayor biogás.

Al culminar la digestión anaerobia de la presente investigación se tomó los valores del T1-A, ya que, dichos valores llegaron (67.6-CH₄) el más alto, lo cual

se encuentra dentro del ideal propuesto por Tabares (2012, p.69) donde asegura que si dichos valores se encuentran entre (50%-75% en CH₄) el biogás es considerado de calidad.

VI. CONCLUSIONES.

Se concluyó el objetivo (a), se propuso tres diferentes porcentajes de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos, el T1-A estaba constituido por 60% de heces de cerdo y 40% de residuos sólidos orgánicos el T2-B estaba constituido por 50% de heces de cerdo y 50% de residuos sólidos orgánicos y el T3-C está constituido por 40% de heces de cerdo y 60% de residuos sólidos orgánicos cuyos porcentajes de residuos orgánicos domésticos fueron categorizados en diferente porcentajes según el tipo de residuos que forma parte del total.

Se concluyó el objetivo (b), se evaluó el tiempo de digestión anaerobia, el monitoreo de los parámetros indican que el T1-A llegó al día 15 con un rango de pH de 7.1, lo cual, es el tiempo óptimo para la generación de biogás. En consecuencia, el T1-A llegó al día 15 con un porcentaje de biogás mayor a comparación de los tratamientos T2-B y T3-C lo cual es un indicador de que el T1-A es el tratamiento con mejor rendimiento en el tiempo de digestión.

Se concluye el objetivo (c), determinando que el tratamiento T1-A desarrolló mayores niveles de biogás con un resultado de (67.6% de CH₄) durante la digestión a comparación de los tratamientos T2-B y T3-C.

Se concluyó el objetivo general, logrando determinar la eficiencia de las heces de cerdo en la digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos. En el (T1A) se alcanzó valores de CH₄ en un 67.6% durante 15 días por lo que se acepta la hipótesis alternativa ($F=48.2$, $gl=2$, $p<0.05$).

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para posteriores investigaciones.

- Se recomienda realizar el diseño de biodigestor tipo batch con varilla metálica de remoción unida a una polea giratoria que permita dar revoluciones por minuto.
- Durante la digestión se recomienda usar la proporción de heces de cerdo mayor a la de los residuos es decir (60% heces de cerdo y 40% de residuos sólidos orgánicos)
- También se recomienda realizar el experimento con menor proporción de cosustrato (H_2O) de tal manera que la materia prima (residuos sólidos orgánicos y heces de cerdo) genera mejores resultados con respecto a la digestión y la producción de biogás.
- Durante el proceso de digestión anaerobia se recomienda controlar el pH de las mezclas ya que el nivel acidogénico no permite que la materia prima genere biogás a corto plazo, es por ello que los mejores resultados se mantienen cuando los niveles acidogénico son controlados y los sustratos llegan a mantenerse lo más próximo al neutro.
- También se recomienda realizar análisis de DQO de la materia orgánica ya que es de vital importancia controlar las sustancias que son susceptibles de ser oxidadas por medio químicos, sin embargo, medir el grado de contaminación del medio ayuda a que la digestión anaerobia se realice sin alteraciones químicas.
- También se recomienda realizar la trituración de los materiales de manera que este se convierta en un lodo, ya que, los materiales completamente triturados permiten la fácil descomposición de materia prima.
- También se recomienda usar estiércol de ganado para aumentar la composición orgánica y microbiológica en el tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAEROBIC co-digestion of recalcitrant agricultural wastes: Characterizing of biochemical parameters of digestate and its impacts on soil ecosystem por Adele Muscolo [et al.]. Science Direct [en línea]. Vol. 586. Mayo 2017. [fecha de consulta 10 de Junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717302929?via%3Di%3Dhub>
DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.051
- ANAEROBIC cometabolism of fruit and vegetable wastes using mammalian fecal inoculums: fast assessment of biomethane production por Marina Islas [et al.]. Science direct [en línea]. Vol. 141. Enero 2017. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616315670>
DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.09.215
- A review of crop straw pretreatment methods for biogas production by anaerobic digestion in China por Yu Qiong [et al.]. Science Direct [en línea]. Vol.107. Junio 2019. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032119301133>
DOI: /10.1016/j.rser.2019.02.020
- ARIZA, Carla, RUEDA, Luis y SARDOTH, Jainer. Anaerobic biodigestion as an energy alternative to reduce the consumption of firewood in rural areas. Scopus. [en línea]. Vol. 39. 2018. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2020]. Disponible en:
<http://revistaespacios.com/a18v39n39/18393923.html>
ISSN: 07981015
- BALAMAN, Bebnem y SELIM, Hasan. A network design model for biomass to energy supply chains with anaerobic digestion systems .Science Direct [en línea].

Vol. 130. Octubre 2014. [fecha de consulta 11 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261914005388?via%3Dihub>

DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.05.043

- BIOGAS from dedicated energy crops in Northern Italy por Andrea Schievano [et al.]. *GCB Bioenergy* [en línea]. Vol. 7. Marzo 2014. [fecha de consulta 10 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gcbb.12186>
DOI:10.1111/gcbb.12186
- BIOGAS. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [en línea]. Julio 2020 [fecha de consulta: 7 de julio de 2020]. Disponible en:
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kzQpZGKrlvIJ:https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/usotermico/biogas+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- BOOSTING biogas production from sewage sludge by adding small amount of agro-industrial by-products and food waste residues por Angeliki Maragkaki [et al.]. *Science direct* [en línea]. Vol. 71. Enero 2018. [fecha de consulta: 11 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X17302532?via%3Dihub#!>
DOI: 10.1016/j.wasman.2017.04.024
- BORREGO, Silvia. Población Y Muestra. *Revista Digital, Innovación Y Experiencias Educativas* [en línea]. No. 12. Noviembre de 2008. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020]. Disponible en:
https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_12/SILVIA_BORREGO_1.pdf
ISSN: 1988-6047
- CAMASCA TORRES, Jhon, 2019. *Estudio de caracterización de residuos sólidos Municipales*. Yantaló distrito de Moyobamba [consulta: 30 de septiembre].

- CÁCERES, Gerardo. Determinación de los niveles de generación de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Moyobamba. Tesis (Magister en gestión ambiental). Moyobamba: Universidad nacional de San Martín facultad de ecología 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2670/MAESTRIA%20GESTION%20AMBIENTAL%20-%20Gerardo%20C%C3%A1ceres%20Bard%C3%A1lez.pdf?sequence=1&isAllowed=y> REDUCIR la contaminación. Banco Mundial [en línea]. Abril 2018 [fecha de consulta: 15 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/brief/pollution?fbclid=iwar02ef-swpo00pupgffvrw8lyf91sqxxoymd0wtb5jfi8sxrmnj0s0pyjij>
- CARABALÍ, Obando y MUÑOZ, Neyla. Estudio prospectivo para el diseño de estrategias que contribuyan a disminuir la problemática de la contaminación ambiental generada por los residuos sólidos en la ciudad de Popayán, departamento del Cauca al año 2016. Tesis. Popayan: Universidad nacional abierta y a distancia, escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y de negocios. 2012. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1216/2009-88P-18.4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- COMPARING environmental consequences of anaerobic mono- and co-digestion of pig manure to produce bio-energy – A life cycle perspective por Jan Willem de Vries, [et al]. Science Direct [en línea]. vol. 125. Diciembre 2012. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852412013193> DOI: 10.1016/j.biortech.2012.08.124
- CUEVA ANCALLA, Betty Lucila. Obtención De Biogas De Estiércol Porcino Y Restos Vegetales, Por Fermentación Semicontinua. Tesis. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, facultad de ciencias. 2012. Disponible en: http://tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1885/22_2012_cueva_ancalla_bl_faci_biologia_microbiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- CRUZADO, Jaime y SANDOVAL, Edinson. Planta de reciclaje orgánico y compostaje educativo para mitigar la mala disposición de residuos orgánicos en el botadero de Roque. Tesis. Pimentel: Universidad Señor de Sipán facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo. 2019. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/6036>
- DESECHOS Orgánicos. Sitio: Definición MX [en línea]. febrero 2014 [fecha de consulta: 30 de abril 2020]. Disponible en: <https://definicion.mx/desechosorganicos/>.
- EXPERIMENTAL study on gas production optimization of pig manure and wheat straw under different pig manure levels por Yajun Chu [et al.]. *Iopscienc*. [En línea]. Vol. 446. Enero 2020. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17551315/446/2/022013/pdf>
DOI:10.1088/1755-1315/446/2/022013
- GAMIO, Pedro. Energía: Un cambio necesario en el Perú. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y medio ambiente* [en línea]. No.1. Julio de 2017 [fecha de consulta: 16 de abril de 2020]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/Kawsaypacha/article/view/19646/19740>
DOI: 10.18800/kawsaypacha.201701.004
- GENERACIÓN y composición de los residuos sólidos urbanos en américa latina y el caribe por María Del Consuelo Hernández [et al.]. *Revista internacional de contaminación ambiental* [en línea]. Vol. 32. diciembre 2016 [Fecha de consulta 15 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2016.32.05.02/46669>
DOI:10.20937/RICA.2016.32.05.02
- GIUBI, Jorge, BERNAL, Manuel y CAÑETE, Felicia. Biogas production from organic waste generated at the Hospital of Clinics: A preliminary study. *Sci Elo* [en línea]. Vol.52. No. 3. diciembre 2019. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2020].

Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/anales/v52n3/1816-8949-anales-52-03-53.pdf>

DOI: 10.18004/anales/2019.052.03.53-058

- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6°. Ed. México: McGRAW-HILL / interamericana editores.2014. [fecha de consulta: 26 de junio de 2020]. Disponible en: <http://64.227.15.180:8080/bitstream/handle/123456789/7/metodologia-de-lainvestigacion-sexta-edicion.compressed.pdf?Sequence=1&isAllowed=y>
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- HUAMÁN SAAVEDRA, Víctor Luis. Obtención De Biogás A Través Del Tratamiento De Residuos Sólidos Orgánicos Municipales, Botadero Cuñacales Alto Distrito Bambamarca. Tesis. Chiclayo: Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería. 2017. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30743/Huaman_SV.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INVESTIGATION of biogas production potential from mechanical separated municipal solid waste as an approach for developing countries (case study: Isfahan-Iran) por Mehdi Seyed, [et al.]. *Science Direct* [en línea]. Vol. 119. Marzo 2020. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032119307944#!>
DOI: 10.1016/j.rser.2019.109586
- LOS BIODIGESTORES, importancia y beneficios. Civilgeeks [en línea]. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2020]. Disponible en: [https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-ybeneficios/#:~:text=Un%20digestor%20de%20desechos%20org%C3%A1nicos, que%20acidifican%2D%2C%20etc\)%20en](https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-ybeneficios/#:~:text=Un%20digestor%20de%20desechos%20org%C3%A1nicos, que%20acidifican%2D%2C%20etc)%20en)
- MENDOZA, Segundo. Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba, 2017. Tesis. Moyobamba: universidad nacional de San

Martín, facultad de ecología. 2019. Disponible en:
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3255>

- MORENO, Luis Alberto. Calidad de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala en la ciudad de lima – Perú. Tesis: universidad nacional agraria de la molina escuela de posgrado maestría en producción animal. 2016 disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3942/moreno-ayalaluis-alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - PADILLA, Alejandro y RIVERO, José. Producción De Biogás Y Compost A Partir De Residuos Orgánicos Recolectados Del Complejo Arqueológico Huaca De La Luna. Revista Ciencia Y Tecnología [en línea]. Vol. 12. Núm. 1.2016. [fecha de consulta 26 de mayo de 2020]. Disponible en:
<http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1358/1390>
- ISSN: 2306-2002
- PANDURO ALIAGA, Rohan Jesús. Tratamiento Integral De Las Aguas Residuales Del Matadero Municipal De La Ciudad De Moyobamba En Un Biorreactor Anaeróbico Tipo UASB A Nivel Remoto. Tesis. Moyobamba: Universidad nacional de San Martín facultad de ecología. 2017. Disponible en:
http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2389/TP_ISA_00014_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - PEDIZZI, Chiara, LEMA, Juan y CARBALLA, Marta. A combination of ammonia stripping and low temperature thermal pretreatment improves anaerobic postdigestion of the supernatant from organic fraction of municipal solid waste treatment. ScienceDirect [en línea]. Vol. 78. agosto 2018. [Fecha de consulta: 7 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X18303477>
DOI: 10.1016/j.wasman.2018.05.051

- *Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 – 2024*. [en línea]. Sistema nacional de información ambiental: MINAM. Julio 2017. [fecha de consulta: 12 de junio de 2020]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuossolidos-2016-2024>
- PRODUCCIÓN de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la granja EMAVIMA Jipijapa-Ecuador por Miguel Merino [et al.]. Dialnet [en línea]. Vol. 4. N° 1. abril 2018. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6657430>
ISSN: 2477-8818
- Producción de biogás mediante codigestión anaerobia de excretas de borrego y rumen adicionadas con lodos procedentes de una planta de aguas residuales por Marco Sarabia. Scielo [en línea]. Vol. 33. Febrero 2017. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2020]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018849992017000100109
ISSN: 0188-4999
- QUILUMBANGO, Silvia y ROBALINO, Luis [et al.]. Evaluación De Los Procesos De Fermentación En La Producción De Biofertilizante, Mediante El Uso De MiniBiodigestores En Intag, Cantón Cotacahi, Provincia De Imbabura. Tesis. Ibarra: Universidad técnica del norte, facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales. 2012. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2002/1/03%20EIA%20328%20Tesis.pdf>
- STATE of the art and future concept of waste fermentation to bioenergy por Aravind Sen [et al.]. *Science direct* [en línea]. Vol.53. Enero 2016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115009296>
DOI: 10.1016/j.rser.2015.08.065

- STUDY on the quality of biogás obtained from agricultural residues during anaerobic fermentation por Adrián Cioabla [et. al.]. Journal of Environmental Protection and Ecology [en línea]. No. 1. Enero 2016. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/286544380_Study_on_the_quality_of__biogas_obtained_from_agricultural_residues_during_anaerobic_fermentation ISSN: 247–255
- TOAINGA, Ángel. Diseño de un plan de manejo ambiental en la granja porcina "El Rosario" en la provincia de Tungurahua. Tesis. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, facultad de ciencias pecuarias. 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5374/1/17T1403.pdf>
- TWO farm-scale Canadian case studies of bioenergy production from anaerobic digestion of cattle manure and organic wastes. University of Guelph por Carlos Monreal, [et al]. [en línea]. Vol. 1.2007. [Fecha de consulta 12 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Monreal/publication/287752401_Two_farmscale_Canadian_case_studies_of_bioenergy_production_from_anaerobic_digestion_of_cattle_manure_and_organic_wastes/links/59f32f6aaca272607e28fe7a/Two-farm-scale-Canadian-case-studies-of-bioenergy-production-fromanaerobic-digestion-of-cattle-manure-and-organic-wastes.pdf
- TOBARES, Lorena. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Refinación [en línea]. Buenos Aires, octubre 2012. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020]. Disponible en: http://www.petrotecnica.com.ar/1_2013/Petrotecnica/PdfsSinPublic/LaImportancia.pdf
- VARNERO, María. Manual De Biogás [en línea]. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2011. [Fecha de

consulta: 1 de junio de 2020] Disponible en:
<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
ISBN: 978-95-306892-0

- YAUYO RAMOS, Luz Marina. Elaboración De Un Biodigestor Piloto Tubular Para El Manejo De Estiércol Porcino, En Una De Las Viviendas De La Asociación Agropecuaria Los Lúcumos De Pachacamac facultad de ingeniería mecánica, electrónica y ambiental. Tesis. Lima: Universidad nacional tecnológica de Lima sur.2016. Disponible en:
http://repositorio.untels.edu.pe/bitstream/UNTELS/163/1/Yauyo_Luz_Trabajo_P_rafesional_2016.pdf

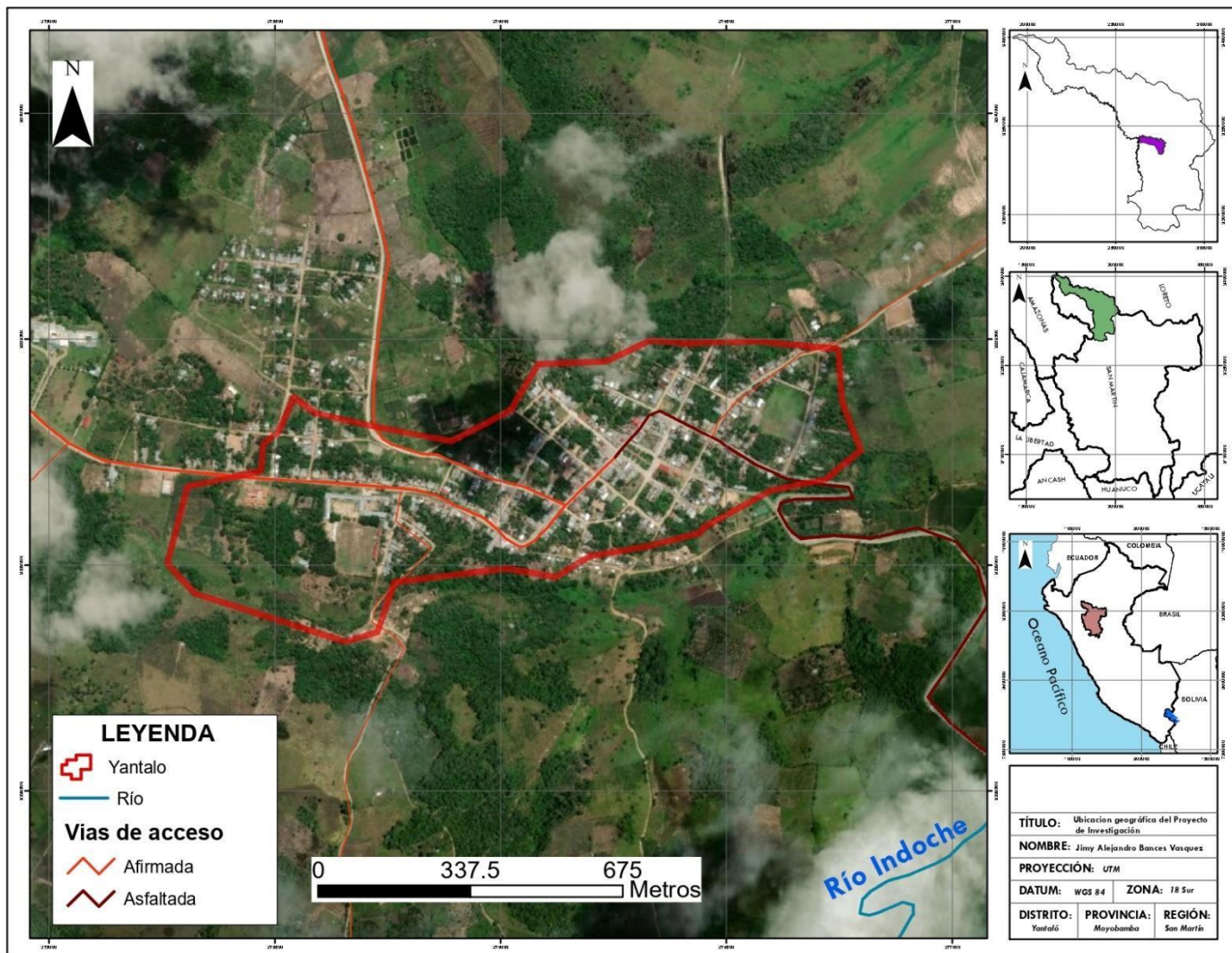
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala
Independiente Aplicación de Heces de cerdo	La aplicación de estiércol de cerdo en la digestión de los RRSS orgánicos en el tratamiento de digestión anaerobia puede resultar una alternativa eficiente para su aceleración.	Para calcular las proporciones de la materia prima (heces de cerdo, residuos sólidos orgánicos) se procedió a pesar los materiales en una balanza gramera.	Porcentaje de heces	Proporción del tratamiento 1 (T1-A) Proporción del tratamiento 2 (T2-B) Proporción del tratamiento 3 (T3-C)	%	Razón
Dependiente Digestión anaerobia de los residuos sólidos orgánicos	Digestión anaerobia proceso de generación de biogás por descomposición de materia orgánica, lo cual busca ser usada como combustible para generar energía limpia (Vernero María, 2011, p. 56)	Se evaluó el tiempo mediante los días calendarios en que se genera el biogás así mismo también la calidad obtuvo, y mediante un manómetro se calculó las cantidades de biogás que este genera diariamente en hoja de campo y se determinó la eficiencia según los resultados obtenidos.	Tiempo en que se degrada la materia orgánica	Días en que se realiza la digestión anaerobia.	días	Razón
			Tiempo en que se genera el biogás (Eficiencia).	Días de generación de biogás producidos.	días	
			Calidad de biogás obtenido	CH ₄ , CO ₂ , O ₂	%	

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 2: Distrito de Yantalo – Ciudad de Moyobamba – Capital de san Martin
 Fuente: Google Earth.



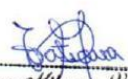
Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 3 Evaluación de diferentes porcentajes de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia (T1).

HOJA DE CAMPO PARA EVALUAR PORCENTAJES DE HECES DE CERDO EN CONJUNTO CON LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DOMESTICOS						
						Hoja N° 1
Fecha	27/09/2020					
Universidad	César vallejo					
Título	"Determinación de la eficiencia de las heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia en Yántalo 2020"					
Responsable	Jimmy Alejandro Bances Vasquez					
Lugar	Distrito	Yántalo	Provincia	Moyobamba	Departamento	San Martín
MEZCLAS PARA DIGESTION ANAEROBIA						
TRATAMIENTO						
T1						
HECES DE CERDO	TIPO		VOL.	%		
	Heces de cerdo		3kg	60%		
	TOTAL		3kg	60%		
RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS	TIPO		VOL.	40%		
	Tallos de maíz		1kg	20%		
	Fibras de caña		400g	8%		
	Residuos de cebolla		100g	2%		
	Residuos de guinea		250g	5%		
	Residuos de choclo		150g	3%		
	Cascaras de naranja		100g	2%		
	TOTAL		5kg	100%		
AGUA	Agua		15L	Cosustrato		
	TOTAL		15L	Cosustrato		
OBSERVACIONES	Para el tratamiento A se agregó como cosustrato agua que ayudo a la disolución de la materia orgánica el al agua agregada debe tener un PH es lo más próximo a neutro.					
VALIDADO POR:						
		 Tatiana Matamoros Galles Pinedo INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP: 150999		 M.Sc. Alfonso Rojas Barólez INGENIERO AMBIENTAL CIP N° 75731		

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 4 Evaluación de diferentes porcentajes de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia (T2).

HOJA DE CAMPO PARA EVALUAR PORCENTAJES DE HECES DE CERDO EN CONJUNTO CON LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DOMESTICOS						
						Hoja N° 2
Fecha	27/09/2020					
Universidad	César vallejo					
Titulo	"Determinación de la eficiencia de las heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia en Yántalo 2020"					
responsable	Jimmy Alejandro Bances Vasquez					
Lugar	distrito	Yántalo	Provincia	Moyobamba	Departamento	San Martín
MEZCLAS PARA DIGESTION ANAEROBIA						
TRATAMIENTO						
T2						
HECES DE CERDO	TIPO			VOL.	%	
	Heces de cerdo			2.50kg	50%	
	TOTAL			2.50kg	50%	
RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS	TIPO			VOL.	%	
	Hoja de bijao			250g	5%	
	Residuos de maíz			100g	2%	
	Residuos de caña de Azúcar			50g	1%	
	Residuos de naranja			300g	6%	
	Residuos de yuca			1kg	20%	
	Residuos de paja de arroz			800g	16%	
	TOTAL			5kg	100%	
AGUA	agua			15L	cosustrato	
	TOTAL			15L	cosustrato	
OBSERVACIONES	Para el tratamiento A se agregó como cosustrato agua que ayudo a la disolución de la materia orgánica el al agua agregada debe tener un PH es lo más próximo a neutro.					
VALIDADO POR:						
 BIÓLOGO C.B.P. 8542		 Tatiana Milagros Valles Pinedo INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP: 150999		  M.Sc. Alfonso Rojas Baróñez INGENIERO AMBIENTAL CIP N° 75731		

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 5 Evaluación de diferentes porcentajes de heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia (T3).

HOJA DE CAMPO PARA EVALUAR PORCENTAJES DE HECES DE CERDO EN CONJUNTO CON LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS DOMESTICOS						
					Hoja N° 3	
Fecha	27/09/2020					
Universidad	César vallejo					
Título	"Determinación de la eficiencia de las heces de cerdo y residuos sólidos orgánicos para la digestión anaerobia en Yántalo 2020"					
Responsable	Jimmy Alejandro Bances Vasquez					
Lugar	Distrito	Yántalo	Provincia	Moyobamba	Departamento	San Martín
MEZCLAS PARA DIGESTION ANAEROBIA						
TRATAMIENTO						
T3						
HECES DE CERDO	TIPO		VOL.		%	
	Heces de cerdo		2kg		40%	
	TOTAL		2kg		40%	
RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS	TIPO		VOL.		%	
	Residuos de maíz		1kg		20%	
	Residuos de yuca		500g		10%	
	Residuos de naranja		250g		5%	
	Cascaras de plátano		500g		10%	
	Cascaras de maní		200g		4%	
	Residuos de frijol		300g		6%	
	Residuos de cebolla		50g		1%	
	Desperdicios de verduras		200g		4%	
	TOTAL		5kg		100%	
AGUA	Agua		15L		Cosustrato	
	TOTAL		15L		Cosustrato	
OBSERVACIONES	Para el tratamiento A se agregó como cosustrato agua que ayudo a la disolución de la materia orgánica el al agua agregada debe tener un PH es lo más próximo a neutro.					
VALIDADO POR:						
 						
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Juliana Milagros Vialto Pinedo</i> INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP: 150999</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>M.Sc. Alfonso Rojas Barrios INGENIERO AMBIENTAL CIP 1175731</p> </div> </div>						

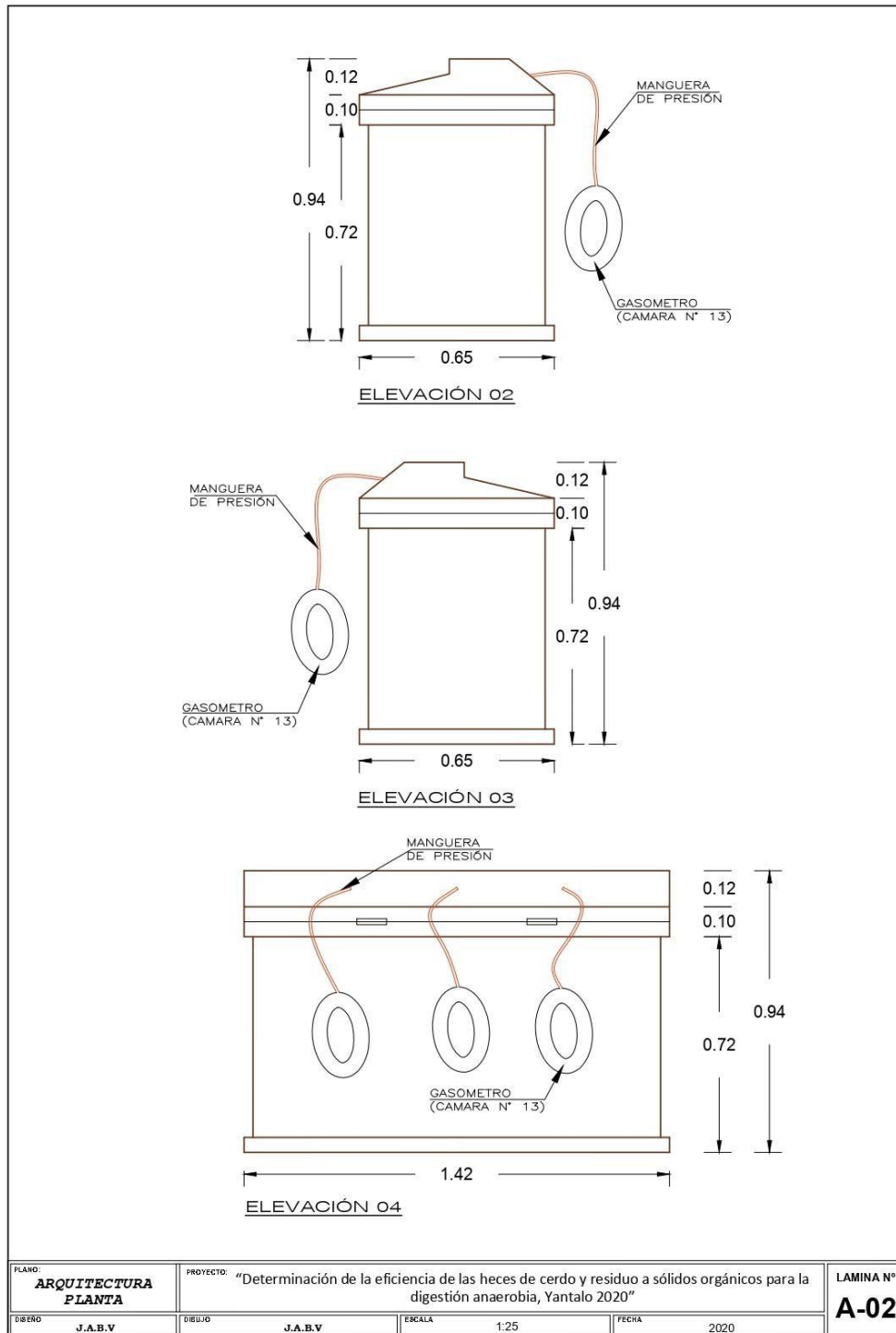
Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 6: Recolección de materia prima.



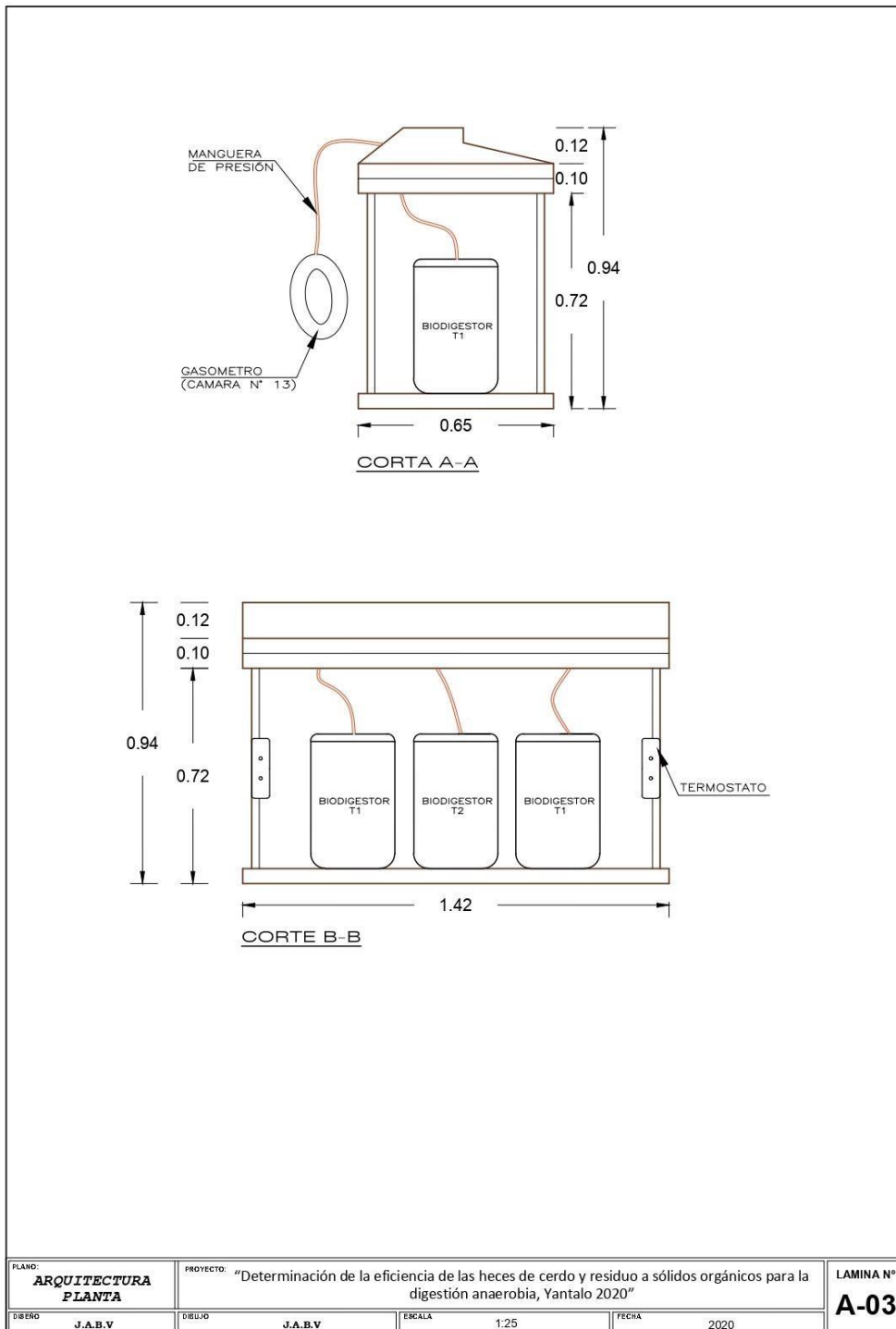
Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 7: Plano del diseño de la incubadora.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 8: Plano del diseño de la incubadora con los biodigestores.



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 9: Construcción de la incubadora y acoplamiento de los biodigestores



Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 10: Estadísticos descriptivos de las 2 repeticiones del parámetro pH.

Estadísticos descriptivos (pH)				
Variable dependiente:				
Tratamiento		Media	Desviación estándar	N
T1	1,00	6.5000	0.00000	2
	2,00	6.5400	0.01414	2
	3,00	6.5850	0.14849	2
	4,00	6.2350	0.38891	2
	5,00	6.4050	0.38891	2
	6,00	5.7900	0.08485	2
	7,00	5.4150	0.07778	2
	8,00	5.2400	0.22627	2
	9,00	5.0550	0.06364	2
	10,00	5.1900	0.05657	2
	11,00	5.5750	0.13435	2
	12,00	5.8800	0.05657	2
	13,00	6.3550	0.13435	2
	14,00	6.9250	0.07778	2
	15,00	7.0250	0.02121	2
		Total	6.0477	0.64490
T2	1,00	6.5000	0.00000	2
	2,00	6.6100	0.11314	2
	3,00	6.4850	0.09192	2
	4,00	6.3750	0.40305	2
	5,00	6.1750	0.00707	2
	6,00	6.0400	0.02828	2
	7,00	5.9600	0.05657	2
	8,00	5.7750	0.09192	2
	9,00	5.4850	0.03536	2
	10,00	5.4150	0.03536	2
	11,00	5.6000	0.22627	2
	12,00	5.8900	0.02828	2
	13,00	5.9550	0.07778	2
	14,00	6.6150	0.40305	2
	15,00	6.4000	0.09899	2
		Total	6.0853	0.41585
T3	1,00	6.5000	0.00000	2
	2,00	6.5450	0.04950	2
	3,00	6.5400	0.02828	2

	4,00	6.3600	0.05657	2
	5,00	6.3700	0.02828	2
	6,00	6.2350	0.26163	2
	7,00	6.2800	0.16971	2
	8,00	6.0500	0.31113	2
	9,00	5.9450	0.10607	2
	10,00	5.9900	0.01414	2
	11,00	6.0700	0.02828	2
	12,00	6.1750	0.12021	2
	13,00	6.1950	0.28991	2
	14,00	6.3200	0.35355	2
	15,00	6.2350	0.12021	2
	Total	6.2540	0.22492	30
Total	1,00	6.5000	0.00000	6
	2,00	6.5650	0.06565	6
	3,00	6.5367	0.09092	6
	4,00	6.3233	0.26097	6
	5,00	6.3167	0.20666	6
	6,00	6.0217	0.23473	6
	7,00	5.8850	0.40079	6
	8,00	5.6883	0.40868	6
	9,00	5.4950	0.40223	6
	10,00	5.5317	0.37027	6
	11,00	5.7483	0.27607	6
	12,00	5.9817	0.16167	6
	13,00	6.1683	0.23250	6
	14,00	6.6200	0.36321	6
	15,00	6.5533	0.37930	6
Total	6.1290	0.46528	90	

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 11: Estadísticos descriptivos de las 2 repeticiones del parámetro presión (P).

Estadísticos descriptivos				
Variable dependiente:				
Tratamiento		Media	Desviación estándar	N
T1	1,00	0.0000	0.00000	2
	2,00	2.5000	0.70711	2
	3,00	5.5000	2.12132	2
	4,00	12.0000	4.24264	2
	5,00	15.2500	1.76777	2
	6,00	16.7500	2.47487	2
	7,00	17.5000	0.70711	2
	8,00	17.5000	2.12132	2
	9,00	15.5000	2.12132	2
	10,00	16.0000	0.00000	2
	11,00	14.5000	0.70711	2
	12,00	15.5000	0.70711	2
	13,00	16.0000	2.82843	2
	14,00	16.0000	1.41421	2
	15,00	17.0000	1.41421	2
		Total	13.1667	5.75855
T2	1,00	0.0000	0.00000	2
	2,00	1.5000	0.70711	2
	3,00	3.5000	0.70711	2
	4,00	8.0000	7.07107	2
	5,00	11.0000	4.24264	2
	6,00	12.5000	2.12132	2
	7,00	14.2500	0.35355	2
	8,00	14.5000	0.70711	2
	9,00	13.5000	0.70711	2
	10,00	15.0000	0.00000	2
	11,00	13.5000	0.70711	2
	12,00	14.0000	0.00000	2
	13,00	14.0000	1.41421	2
	14,00	14.5000	0.70711	2
	15,00	13.5000	0.70711	2
		Total	10.8833	5.28773

T3	1,00	0.0000	0.00000	2
	2,00	0.7500	0.35355	2
	3,00	2.0000	1.41421	2
	4,00	7.0000	1.41421	2
	5,00	8.0000	2.82843	2
	6,00	10.5000	2.12132	2
	7,00	12.0000	0.00000	2
	8,00	12.5000	2.12132	2
	9,00	12.7500	3.18198	2
	10,00	11.5000	0.70711	2
	11,00	13.2500	1.06066	2
	12,00	13.0000	2.82843	2
	13,00	14.5000	2.12132	2
	14,00	13.0000	1.41421	2
	15,00	12.5000	2.12132	2
	Total	9.5500	4.98852	30
Total	1,00	0.0000	0.00000	6
	2,00	1.5833	0.91742	6
	3,00	3.6667	1.96638	6
	4,00	9.0000	4.42719	6
	5,00	11.4167	4.05483	6
	6,00	13.2500	3.34290	6
	7,00	14.5833	2.49833	6
	8,00	14.8333	2.63944	6
	9,00	13.9167	2.15445	6
	10,00	14.1667	2.13698	6
	11,00	13.7500	0.88034	6
	12,00	14.1667	1.72240	6
	13,00	14.8333	1.94079	6
	14,00	14.5000	1.64317	6
	15,00	14.3333	2.42212	6
Total	11.2000	5.50271	90	

Fuente: Elaboración del investigador, 2020.

Anexo 12: Resultados de laboratorio (primera repetición).



INFORME DE ENSAYO 058-2020

Nº de protocolo : 058-2020
Cliente : Jimmy Alejandro Vasquez Vasquez
Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de gas
Fecha de recepción de la muestra : 15-10-20
Fecha de inicio de análisis : 15-10-20
Responsable de muestreo : Ing. Alfonso Rojas Bardalez
Procedencia de la muestra : Gas de biodigestor- Distrito de Moyobamba
Fecha de emisión de informe : 20-10-20

Descripción – Muestra 01: Gas de biodestor (Primera repetición)				
Parametros	Unidades	Resultados		
		T1	T2	T3
CH ₄	%	68.8	59.6	48.1
CO ₂	%	22.1	28.2	15.2
O ₂	%	2.8	2.0	1.9

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservacion y preservación

Moyobamba, 20 de Octubre de 2020

SERVITA E.I.R.L.
Ing. Alfonso Rojas Bardález
TITULAR GERENTE

.....fin de documento.....

Jiron Junin Nº 847-Moyobamba
cel: 942957540

RUC: 20531584474
E-mail: servitaeirl@outlook.com

Anexo 13: Resultados de laboratorio (segunda repetición).



INFORME DE ENSAYO 063-2020

Nº de protocolo : 058-2020
Cliente : Jimmy Alejandro Vasquez Vasquez
Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de gas
Fecha de recepción de la muestra : 30-10-20
Fecha de inicio de análisis : 30-10-20
Responsable de muestreo : Ing. Alfonso Rojas Bardalez
Procedencia de la muestra : Gas de biodigestor- Distrito de Moyobamba
Fecha de emisión de informe : 03-11-20

Descripción – Muestra 01: Gas de biodestor (Segunda repetición)

Parametros	Unidades	Resultados		
		T1	T2	T3
CH ₄	%	66.3	55.8	49.3
CO ₂	%	25.7	30.1	11.3
O ₂	%	2.1	0.9	1.0

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservacion y preservación

Moyobamba, 03 de Noviembre de 2020

SERVITA E.I.R.L.

Ing. Alfonso Rojas Bardález
TITULAR GERENTE

.....fin de documento.....

Jiron Junin Nº 847-Moyobamba
cel: 942957540

RUC: 20531584474
E-mail: servitaeirl@outlook.com

Anexo 14: Validación de instrumentos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ROJOS BORDOLEZ, ALFONSO
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
 Especialidad : INGENIERIA AMBIENTAL
 Instrumento de evaluación : HOJA DE CUPO
 Autor (s) del instrumento (s): Jimmy Alejandro RIVERA Vasquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Digestión anaerobia en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Digestión anaerobia					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Digestión anaerobia					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Digestión anaerobia				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

APLICABLE

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Moyobamba, 01 de junio de 2020



 M.Sc. Alfonso Rojas Bardález
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 75731

Sello personal y firma



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: LOPEZ ROSAS JHON JAIRO
 Institución donde labora : INIA
 Especialidad : BIÓLOGO
 Instrumento de evaluación : HOJA DE CAMPO
 Autor (s) del instrumento (s): Jimmy Alejandro Bances Vasquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Heces de cerdo y RRSS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Heces de cerdo y RRSS					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Heces de cerdo y RRSS					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Heces de cerdo y RRSS					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Moyobamba, 01 de junio de 2020


 Jhon Jairo Lopez Rosas
 BIÓLOGO
 C.B.F. 8542
 Sello personal y firma



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: LÓPEZ ROJAS JHON JAIRO
 Institución donde labora : INIA
 Especialidad : BIÓLOGO
 Instrumento de evaluación : HOJA DE CAMPO
 Autor (s) del instrumento (s): Jimmy Alejandro Rances Vasquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Digestión anaerobia en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Digestión anaerobia				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Digestión anaerobia					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Digestión anaerobia				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Moyobamba, 02 de junio de 2020

.....
 Jhon Jairo López Rojas
 BIÓLOGO
 C.B.P. 8542
 Sello personal y firma

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ROJAS BORDALEZ, DIFONSO
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 Especialidad : INGENIERIA AMBIENTAL
 Instrumento de evaluación : HOJO DE CERDO
 Autor (s) del instrumento (s): Jimmy Alejandro Banez Vasquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Heces de cerdo y RRSS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Heces de cerdo y RRSS					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Heces de cerdo y RRSS					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Heces de cerdo y RRSS				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

APLICABLE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Moyobamba, 01 de junio de 2020



M. Sc. Alfonso Rojas Bardález
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 75731

Sello personal y firma



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Fruit Arivilor Juan Luis
 Institución donde labora : CONSEJO INDEPENDIENTE
 Especialidad : INGENIERO AMBIENTAL
 Instrumento de evaluación : Hoja de campo
 Autor (s) del instrumento (s): Jimmy Alejandro Barcos Vasquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Digestión anaerobia en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Digestión anaerobia				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Digestión anaerobia					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Digestión anaerobia					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Moyobamba, 01 de junio de 2020



 Ing. MSc. Juan Luis Fruit Arivilor
 CIP 89759

Sello personal y firma



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: RUIZ AVALOS JUAN LUIS
 Institución donde labora : CONDUCTOR INDEPENDIENTE
 Especialidad : INGENIERO AMBIENTAL
 Instrumento de evaluación : Hoja de campo
 Autor (s) del instrumento (s): Jimmy Alejandro BANCES Vasquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Heces de cerdo y RRSS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Heces de cerdo y RRSS				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Heces de cerdo y RRSS					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Heces de cerdo y RRSS					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						98

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Moyobamba, 02 de junio de 2020


 Ing. MSc. JUAN LUIS RUIZ AVALOS
 CP 89759

Sello personal y firma