



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como
fuente de energía Lima, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Acuña García, Madali (ORCID: 0000-0002-2214-1248)

Reyes Dueñas, Cecilia Beatriz (ORCID: 0000-0002-9899-5805)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por la fortaleza que me brindó para continuar a pesar de muchos obstáculos.

A mis amados padres Mery del pilar Dueñas Maza y Adrian Alfonso Reyes Solis por brindarme su amor y apoyo incondicional, este logro es gracias a ustedes; y a mis hermanos Kevin Jhordy y Lourdes del Pilar porque siempre me alientan a seguir luchando por mis sueños; los quiero familia.

A Dios porque sin su ayuda no se hubiera logrado este sueño.

A mis padres Almagro Acuña Rojas y Elvia García Izquierdo, por quererme y haberme forjado como persona y apoyarme en este éxito tan importante

A mi hermano Yordano Acuña García y su esposa Andrea Campos García por su apoyo incondicional en todo aspecto.

A toda la familia GARCIA y ACUÑA por su cariño y su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque sin su ayuda no se hubiera logrado este sueño.

A nuestra Universidad César Vallejo por brindarnos tantas oportunidades y permitir nuestro desarrollo profesional.

A nuestro asesor Dr. Julio Ordoñez por su apoyo, generosidad y paciencia para con nosotras.

A nuestra familia y amigos por los ánimos, buenas vibras y a todos aquellos que nos ayudaron para poder culminar con éxito nuestra tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.1.1. Población	20
3.1.2. Muestra	20
3.1.3. Muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimiento	21
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN	69
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición de Estiércol de cuy.....	11
Tabla 2.	Componentes del biogás.....	12
Tabla 3.	Composición de algunos desechos para la producción de biogás.....	13
Tabla 4.	Variables del proyecto.....	18
Tabla 5.	Variables de operacionalización.....	19
Tabla 6.	Cantidad a emplear para cada biodigestor.....	29
Tabla 7.	Proporciones de sustrato y agua para cada biodigestor.....	31
Tabla 8.	Mediciones del volumen de biogás de cada bidón.....	39
Tabla 9.	Volúmenes finales de cada bidón con respecto al tiempo (días).....	40
Tabla 10.	Prueba de normalidad para el volumen.....	40
Tabla 11.	Prueba de ANOVA de volumen.....	41
Tabla 12.	Prueba de Tukey – Comparación Múltiple de volumen.....	42
Tabla 13.	Cantidades de materia orgánica por cada bidón.....	46
Tabla 14.	Parámetros de biogás.....	48
Tabla 15.	pH de cada biodigestor.....	48
Tabla 16.	Temperatura de cada bidón.....	50
Tabla 17.	Prueba de normalidad de temperatura.....	50
Tabla 18.	Prueba de ANOVA de temperatura.....	52
Tabla 19.	Prueba de tukey – comparación múltiple de temperatura.....	52
Tabla 20.	Tiempo del biodigestor.....	58
Tabla 21.	Porcentaje de Metano.....	59
Tabla 22.	Porcentaje final de metano.....	59
Tabla 23.	Prueba de normalidad del metano.....	61
Tabla 24.	Prueba de ANOVA de metano.....	62
Tabla 25.	Prueba de tukey – comparación múltiple de metano.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Etapas de la biometanización.	14
Figura 2.	Composición del biogás en función del pH de la mezcla de materias primas.	16
Figura 3.	Procedimientos para la obtención de biogás	21
Figura 4.	Perforaciones de los bidones para armar el biodigestor	25
Figura 5.	Perforaciones de las tapas para cada bidón	25
Figura 6.	Elaboración de los tubos en forma de S y orificios para el desagüe del biol y biosol	26
Figura 7.	Elaboración de la trampa de agua	27
Figura 8.	Monitoreo de la presión del Biogás	27
Figura 9.	Prototipo del Biodigestor	28
Figura 10.	Recolección del estiércol de cuy	28
Figura 11.	Recolección de los residuos orgánicos	29
Figura 12.	Pesos de los residuos orgánicos y estiércol de cuy	30
Figura 13.	Se cortó los residuos orgánicos en trozos pequeños	30
Figura 14.	Preparación y agitación del sustrato	31
Figura 15.	Mezclas de cada biodigestor	32
Figura 16.	Datos recolectados de temperatura del SENAMHI	33
Figura 17.	Datos recolectados de temperatura de 1:00 pm a 3:00 pm	33
Figura 18.	Medición inicial del pH de cada muestra	34
Figura 19.	Medición de la presión del biogás	34
Figura 20.	Almacenamiento del biogás	35
Figura 21.	Equipo Altair 5x - detector de gases múltiples	35
Figura 22.	Medición del metano de cada bidón	36
Figura 23.	Medición de volumen del biogás	36
Figura 24.	Implementación de la cocina	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Volumen de biogás vs tiempo	40
Gráfico 2.	Cantidad de materia orgánica	47
Gráfico 3.	Bidón 1 (pH)	49
Gráfico 4.	Bidón 2(pH)	49
Gráfico 5.	Bidón 3(pH)	49
Gráfico 6.	Temperatura de cada bidón con respecto al tiempo	50
Gráfico 7.	Metano (%) del bidón 1	60
Gráfico 8.	Metano (%) del bidón 2.....	60
Gráfico 9.	Metano (%) del bidón 3.....	60

Resumen

La acumulación de residuos orgánicos provenientes de los sectores pecuarios, carecen del manejo adecuado, este factor tiene como consecuencia aumentar las emisiones de CO₂, amoniaco, generan contaminación de suelo por nitratos, contaminación de agua y transmisión de enfermedades; en este contexto se busca aprovechar estos tipos de residuos convirtiendo en fuentes de energía aprovechable, que disminuya la contaminación y se tenga un buen uso de estos tipos de residuos. Así esta investigación busco producir biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía. Se realizaron 3 tipos de biodigestores de proporción de 1:3, 1:4 y 1:6 de residuos orgánicos con estiércol de cuy buscando la óptima proporción en la generación de biogás, estos arrojaron un volumen de 130.7 ml, 90.7 ml y 81 ml en un tiempo de 60 días de retención, además se evaluó la influencia de los parámetros que tiene un biodigestor hacia el volumen que generan. Los resultados mostraron que los biodigestores instalados son capaces de producir biogás en sus diferentes proporciones, pero la eficiencia dependerá directamente del pH, temperatura, concentración de C/N, materiales, agitación e instalación del biodigestor. Por lo que, esta investigación proporciona una alternativa viable para el aprovechamiento de los residuos sólidos y excremento de animales domésticos en la generación de biogás, suficiente para disminuir el consumo de gas doméstico y la contaminación ambiental.

Palabras clave: *Biodigestor, biogás, residuos orgánicos, fuente de energía*

Abstract

The accumulation of organic waste from the livestock sectors, lack proper management, this factor has the consequence of increasing CO₂ and ammonia emissions, generating soil pollution by nitrates, water pollution and transmission of diseases; In this context, it is sought to take advantage of these types of waste, turning them into usable sources of energy, reducing pollution and having a good use of these types of waste. Thus, this research seeks to produce biogas based on guinea pig manure and organic waste as a source of energy 3 types of biodigesters with a ratio of 1: 3, 1: 4 and 1: 6 of organic waste were made with guinea pig manure, looking for the optimal proportion in the generation of biogas, these yielded a volume of 130.7 ml, 90.7 ml and 81 ml a retention time of 60 days, the influence of the parameters that a biodigester has on the volume they generate was also evaluated. The results showed that the installed biodigesters are capable of producing biogas in its different proportions, but the efficiency will depend directly on the pH, temperature, C / N concentration, materials, agitation and installation of the biodigester. Therefore, this research provides a viable alternative for the use of solid waste and domestic animal excrement in the generation of biogas, sufficient to reduce the consumption of domestic gas and environmental pollution

Keywords: *biodigester, biogas, organic waste, energy source*

I. INTRODUCCIÓN

Los países para su desarrollo buscan una producción industrializada que les permite un desarrollo económico fundamental, esta producción conlleva ciertas deficiencias y dependencias; deficiencia por la gran cantidad de generación de residuos y dependencia por la energía eléctrica que se requiere en sus procesos.

El costo que genera la energía influye directamente en el importe de los bienes y servicios que estas industrias presentan, estadísticamente la demanda de energía crecerá exponencialmente entre el año 2010 y 2040 (Obileke, 2021), este aumento vendrá con aportaciones de GEI, por ende, se necesita nuevas fuentes de generación de energía, que reduzca los niveles de contaminación menores a los que genera los combustibles fósiles utilizados actualmente.

El sector pecuario es una de las industrias que tiene una mayor deficiencia en el uso de sus desechos sólidos, los residuos generados como el estiércol de los animales no tiene un adecuado uso ni almacenamiento, originando emisiones de CO₂, amoniaco, contaminación por acumulación de nitratos, contaminación de aguas (superficiales y subterráneas), transmisión de enfermedades por reproducción de moscas, entre otras.

El 18% de las emisiones GEI de todo el planeta es causado por el sector pecuario incluyendo a las emisiones directas como el estiércol y a las indirectas relacionadas al uso de herbicidas y fertilizantes (Steinfeld et al., 2009). Los contaminantes que son liberados por el estiércol es el amoniaco, así como el metano y óxido nitroso que son gases que contribuyen al efecto invernadero (Fuertes, 2019).

En este contexto, se busca nuevas fuentes de generación de energía renovable que requieran del uso de los residuos orgánicos, contribuyendo en la minimización de la contaminación por generación de energía (uso de combustibles fósiles) y de residuos orgánicos.

Una de estas fuentes es el biogás que se produce a partir de biodigestores que utilizan materias primas biológicas (residuos orgánicos, estiércol de animal, etc.) mediante la digestión anaeróbica, un proceso mediante el cual los microorganismos descomponen los materiales biodegradables en ausencia de oxígeno (Awafo y Agyeman, 2020).

El uso controlado de biodigestores es una tecnología sustentable para el tratamiento de estiércol animal porque produce (i) energía: el biogás producido se utiliza a menudo como combustible para cocinar, calentar agua y generar electricidad para uso in situ, estudios realizados indican que 1 m³ de biogás para la iluminación equivale a 60-100 watts por 6 horas, para cocinar equivale a 3 comidas para una familia de 5-6 personas y finalmente para la generación de electricidad equivale a 1.25 kwh. (Linares, Echevarría y Céspedes, 2017); (ii) Beneficio agrícola: el uso agronómico del efluente de anaerobios la digestión, debido a la presencia de nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo, potasio), se utiliza como enmienda del suelo para optimar el crecimiento de las plantas ; (iii) Calidad ambiental: se reduce la materia orgánica en el estiércol de desecho y se estabiliza el estiércol (reducción permanente de olores y contenido de patógenos); y (iv) Beneficio social: los digestores mejoran la salud (reducción de la exposición al humo de leña y compuestos orgánicos volátiles) y la calidad de vida, especialmente para las mujeres y los niños (que pueden pasar mucho menos tiempo cocinando) en las zonas rurales.

En este proyecto se aprovechará los residuos orgánicos y el estiércol de cuy empleando biodigestores que nos permitan obtención de biogás y convertirla en una fuente de energía limpia. Esta investigación se plantea el objetivo de elaborar biogás a partir de los residuos orgánicos y estiércol de cuy como fuente de energía, de lo cual se elaborarán 3 biodigestores con diferentes proporciones de materia orgánica.

Para la siguiente investigación se formula el siguiente **problema general**: ¿Cómo generar biogás a partir de estiércol de cuy y residuos orgánicos para ser utilizado como fuente de energía Lima ,2021?, también el **problema específico 1** ¿Cuál será la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos que se emplea para la obtención de biogás? así mismo el **problema específico 2** ¿Cuáles son los parámetros que influyen en la elaboración de biogás? y finalmente se plantea el **problema específico 3** ¿Cuál es el porcentaje de metano que se obtiene del biogás?

El proyecto de investigación se justifica ; **a nivel ambiental** , porque contribuirá con preservar el medio ambiente ya que se utilizará el estiércol del cuy y residuos orgánicos para la obtención de biogás y a la vez permitirá disminuir la contaminación ambiental; **a nivel social** permitirá que la población aproveche estos residuos y puedan así generar su propia fuente de energía contribuyendo con las personas que no tiene acceso al combustible y electricidad; **a nivel técnico** el uso de la biomasa para obtener energía a través de los biodigestores mediante procesos biológicos es una de las energía renovables más utilizadas en el mundo. Es por ello que se pretende aplicar esta alternativa para aprovechar el estiércol de cuy y residuos orgánicos para finalmente **a nivel económico** el biogás, se presenta como resultado de una economía circular ya que actúa como un ciclo cerrado a través de la generación y producción de residuos orgánicos de agroindustrias, aprovechando, reciclando y reutilizando en otros procesos reduciendo la generación de recursos, además en favor de convertir estos residuos en energía y fertilizantes.

La importancia de este proyecto conlleva a emplear la energía de la biomasa proponiendo energía renovable que a partir de los residuos orgánicos y el estiércol de cuy se elaborará digestores para la obtención de biogás y ser utilizado como fuente de energía.

Por lo tanto, se plantea el siguiente **objetivo general**: Producir biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía. También **objetivo específico 1**: Determinar la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos que se empleara para la obtención de biogás como fuente de energía; **objetivo específico 2**: Identificar los parámetros que influyen en la elaboración de biogás como fuente de energía y por último se tiene como **objetivo específico 3**: Determinar el porcentaje de metano de la obtención del biogás como fuente de energía.

Como **hipótesis general** tenemos: El estiércol de cuy y residuos orgánicos permite generar biogás como fuente de energía; también tenemos como **hipótesis específico 1**: Con la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos empleados se obtendrá biogás como fuente de energía; como **hipótesis específico 2**: Los parámetros si influyen en la elaboración del biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía y por último el **hipótesis específico 3**: El biogás elaborado a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos contiene un 60% de metano.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los estudios previos de esta investigación se tomaron en cuenta antecedentes internacionales, nacionales y locales:

OBILEKE, et al. (2021), tuvieron como objetivo proveer información del uso, proceso y la aplicación de la digestión anaeróbica en la producción de biogás, esto se llevó a partir de la recopilación de información. Los resultados mostraron que la temperatura influye directamente en las actividades metabólicas de la digestión anaeróbica, por lo que, la necesidad de aislamiento y calefacción externa para que se mantenga la estabilidad de la temperatura es un factor importante. Se concluye que la producción de biogás es una opción viable y económica complementando a reducir el uso de fuentes de energía no renovable.

AWAFO, E. y AGYEMAN, V. (2020), tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica del biogás, enfocándose en los tipos de recursos, tecnologías y el uso productivo en los sectores económicos de Ghana. A través de una encuesta a nivel nacional se analizó la materia prima en la evaluación de cantidades y tipos de generación en sectores económicos, para la generación de plantas de biogás a nivel industrial. Los resultados mostraron que existen recursos y conocimientos para la instalación de digestores de biogás a pequeña y mediana escala, pero a nivel industrial existe experiencia limitada por el diseño, instalación y mantenimiento de biodigestores.

JAIMES, et al. (2021), tuvieron como objetivo la evaluación de un digestor tubular psicrófilo de bajo costo operado por un tiempo de ocho años. Fue un estudio experimental, se evaluó el rendimiento térmico por un tiempo de 50 días y semanalmente parámetros como pH, ácido graso, demanda química de oxígeno y sólidos volátiles tanto para el influente como efluente, este digestor opero alrededor de 17,7 °C en una altitud de 2963 m.s.n.m. Los resultados mostraron una producción de metano de 0,40 Nm³ CH₄/Kg Y 0,21 Nm³CH₄/m³ digerido con 63,1% de CH₄ en el biogás. Se deben considerar también el color del reactor y el aislamiento utilizado. Se concluye que la alta producción de metano en un tiempo de 25 días fue de 0,40 Nm³CH₄/Kg, esto podría estar relacionado con la aclimatación y adaptación de microorganismos a las condiciones psicrófilas locales.

SANCHEZ, F. y VIZCON, R. (2017), realizaron un estudio experimental con el objetivo de reducción de desechos y proceso de limpieza de la India. Efectuaron la digestión anaeróbica en una sola fase en botellas de dos litros, tuvieron un tiempo de fermentación de dieciséis días, usaron estiércol de vaca y como co-sustratos utilizaron desechos de pasto, frutas y vegetales. Los resultados mostraron una salida de biogás de 1,59 ml, 1,28 ml, 1,03 ml y 0,95 ml, en un período aproximado de dieciséis días, en un rango de pH 6,5 – 6,9. Se concluye que el estiércol de vaca genera mayor producción de biogás, y el que le sigue es estiércol de vaca con co-sustrato de pasto.

YUSUF, I. et al. (2020), tuvieron como objetivo utilizar plumas de pollo melanizadas (MCF) crudos e hidrolizados para la obtención de biogás y energía eléctrica. Evaluaron la eficacia de diferentes métodos como co- sustratos y grupos de bacterias agregados (*Pseudochrobactrum* sp. IY-BUK1) para la mejora de producción de biogás. Los resultados mostraron que el metano producido de MCF sin tratar co-digerido con estiércol de vaca, estiércol de aves de corral y desechos de matadero fue $0,195 \pm 0,021$, $0,105 \pm 0,021$ y $0,121 \pm 0,021$ $\text{Nm}^3 / \text{kg VS}$ respectivamente, mientras que el pretratado químicamente con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y bien co-digerido con estiércol de vaca produjo el metano más alto de $0.396 \text{ Nm}^3 / \text{kg VS}$.

VÍQUEZ J., CAYDIID M. Y ADHIAMBO, P. (2018), evaluaron la eficiencia térmica en estufas que fueron modificadas a biogás. El estudio fue experimental donde se utilizaron cuatro estufas: La primera estufa conto con una hornilla de aluminio fundido que fue conectada directamente a la tubería de biogás, en cuanto a la segunda estufa fue fabricada exclusivamente para biogás, tercera estufa viene de fábrica para ser usado con GLP y por último la cuarta estufa es de la tercera estufa pero incrementando el diámetro, así adaptándose para usar biogás. Concluyendo que la estufa fabricada exclusivamente para biogás mostró una de las mejores eficiencias térmicas, así como adecuada modificación influye a que una estufa llegue a ser muy eficiente.

TORIBIO et al. (2020), cuya investigación tiene como objetivo determinar el poder calorífico del biogás obtenido del estiércol de cuy, lo cual se construyó un biodigestor de forma cúbica de 1m^3 . La metodología aplicada fue experimental donde se utilizó 459 kg de estiércol de cuy donde semanalmente se cargó 233L de

mezcla (estiércol y agua) en un tiempo de retención de 30 días. Los resultados obtenidos fueron biogás con un poder calorífico de 6 527.3 kcal / m³ lo que corresponde a 72.3% de metano, el pH es neutro. Se concluye que el poder calorífico se encuentra entre el rango adecuado, es decir, que posee las características de producir energía térmica.

ARROYO et al. (2020), cuya investigación tuvo por objetivo evaluar la eficiencia de los biodigestores (discontinuo e taiwanés) con estiércol de cuy para la generación de biogás. La metodología aplicada fue experimental; para el digestor discontinuo se empleó 118 L de agua y 38 kg de excretas de cuy y en el caso del biodigestor taiwanés se utilizó 20 kg de estiércol diario con 60 L de agua en una proporción de 1:3 con un tiempo de retención de 19 días a una temperatura de 30° C. Los resultados obtenidos de biogás en el biodigestor discontinuo e taiwanés son de 50.10 % de moles de metano y 6 % de moles de metano respectivamente. Se concluye que el biodigestor discontinuo cumple con los valores óptimos para la obtener un gas de calidad.

DALADIER, COTRINA y VARGAS (2011), tienen como objetivo generar biogás a base de las excretas de cuy en 2 biodigestores de tipo Batch. El estudio fue experimental, se empleó 2 mezclas una de ellas a base de excretas de cuy, rastrojo del alimento vegetal de cuy y agua y la otra mezcla fue con excretas de cuy, rastrojo del alimento de cuy y residuos de grass y agua .Los resultados obtenidos en la primera mezcla fue de 104 L de biogás en un tiempo de 7 meses y 6 días en cambio para la otra mezcla fue de 452 L en un tiempo de 7 meses y 19 días. Se concluye que la producción de biogás fue de buena calidad.

TINIA, M. y ISMAEL, N. (2017), realizaron el análisis de producción de energía eléctrica a través de residuos de biomasa utilizando biorreactores de forma experimental en escala piloto y laboratorio. Su metodología se basó en la revisión de resultados experimentales publicados, en la eficiencia del uso de biogás que genera energía aplicando un sistema de digestión anaeróbica. Los resultados mostraron que el biorreactor de flujo oscilatorio generó 10.12 kWh siendo la más eficiente que el biorreactor de escala en laboratorio que generó 0.9 kWh. Se concluye que la mayor eficiencia de generación eléctrica fue del biorreactor de flujo oscilatorio.

CARREON y ARHUIRE (2020), cuya investigación tuvo como objetivo determinar la evaluación técnica y económica en la obtención del biogás a partir de residuos domésticos para uso familiar en tres tipos de biodigestores como el hindú, domo fijo y tubular. Dicha investigación realizada fue una revisión sistemática. Se concluye que el biodigestor más rentable y eficiente es el biodigestor tubular por ser muy productivo y económico.

GARCIA y GOMEZ (2016), evaluaron la producción de biogás bajo las condiciones de operación del biodigestor a partir de residuos vegetales. La metodología aplicada se basó en la recopilación de información. Se concluye que la mejor mezcla para obtener biogás es a partir de residuos vegetales en un tiempo de 50 días con un porcentaje de metano de 69.5%.

COTRINA, D. y TITO, C. (2019), evaluaron la obtención de biogás en condiciones ambientales del estiércol de cuy por medio de una fermentación en Batch empleando dos substratos, un formada por estiércol de cuy, rastrojo del alimento vegetal de cuy y agua; y el otro formado estiércol de cuy, rastrojo del alimento vegetal del cuy residuo de grass y agua; estos sustratos fueron puestos primero por separados en un pre fermentador para luego ser puesto en un biodigestor cilíndrico para una fermentación en Batch .En el primer biodigestor se obtuvo un volumen de biogás de 104 litros por un tiempo de 7 meses y 6 días y el biodigestor se obtuvo 452 L en un tiempo de 7 meses y 19 días.

BARRENA, OLIVARES, TARAMONA Y CHAUCA (2019), evaluaron como influye la temperatura del ambiente en generar biogás, para ello instalaron digestores en 7 lugares de las regiones Amazonas, San Martín y La Libertad, llegando a la conclusión que la temperatura ambiente influye inversamente proporcional sobre producción de biogás, es decir en las zonas donde existan climas calurosos es más eficiente la producción de biogás.

VALDERRAMA, I., RODRÍGUEZ, M., OTINIANO N. y CRUZ, A. (2018), evaluaron cómo influye la proporción estiércol cuy/agua sobre producción biogás para ellos se construyó un biodigestor en dos etapas experimentales: la primera etapa se cargó con una mezcla M1: 1/9, en la segunda etapa se cargó con una mezcla M2: 2/8; obteniéndose que en la primera etapa se produjo 0.146 m³ de biogás entre 30

a 50 días con un temperatura de 27.2 y 28.7°C , en la segunda etapa se produjo 0.344 m³ de biogás entre 20 a 60 días.

DE LA CRUZ M., E. M. Y DE LA CRUZ M., M. R. (2017), con su investigación propone una solución al problemas de friajes en la provincia de Huayucachi, provincia de Huancayo, elaborando un compostaje a base de estiércol de vacuno y cuy, midiendo su temperatura por 30 días con un intervalo de 5 días, para luego ser usado como aislador térmico del biodigestor tubular, llegando a la conclusión que no se puede utilizar el estiércol de forma directa, ya que realizando este compostaje para usarlo como aislador térmico aumenta la eficiencia para la generación de biogás en lugares donde la T del medio ambiente es baja.

MENDOZA (2018), en su investigación tiene como objetivo implementar un prototipo para producir biogás y bioabonos a base de *Cavia porcellus* en un biorreactor tubular. La metodología aplicada fue experimental; se empleó una proporción 1:3 (estiércol y agua), utilizando 50 g de estiércol por día con un volumen de agua de 2.061 m³. Los resultados obtenidos fue de 21 días de tiempo de retención con una obtención de biogás de 0.962 m³/día llegando a la conclusión que el biorreactor tubular son excelentes para la obtención de biogás por su alto rendimiento.

ADROVER et al. (2020), tiene el objetivo de estudiar el desempeño de un biodigestor anaeróbico a escala de banco de 93 L instalado en condiciones ambientales; donde se evaluó el desempeño de la biodigestión, se monitorearon variables operativas críticas (pH, temperatura, caudal de biogás), y se determinó la composición de sustrato, digestato y biogás producido. La metodología aplicada consistió en formular y validar modelo 1-D no estacionario con datos experimentales para analizar, de forma teórica, el impacto de la incorporación de aislamiento térmico al equipo. Los resultados fue de 134 ml CH₄/g VS y un grado de degradación del 85,2% del sustrato , el biodigestor produjo 2,4 ml / min de biogás con una entrada de metano media posición de 60% CH₄ bajo pH neutro estable en cuanto a los demás compuesto los valores salieron dentro los valores normales llegando a la conclusión que es posible producir biogás en un biodigestor a escala de banco, con un alimento novedoso de estiércol de conejo y granos de sorgo molido, en una región con cambios de temperatura significativos a lo largo del año

además el modelo 1-D constituye una herramienta útil para el diseño o mejora de biodigestores en cuanto al sistema de aislamiento y las políticas de calentamiento.

MONGUE y ROSAS (2021), tiene como objetivo evaluar la viabilidad de una planta generadora de energía eléctrica con el uso de biodigestores tubulares. La metodología aplicada en esta investigación se basó en publicaciones realizadas por MINEM y Osinergmin. Se concluye que el proyecto es viable.

VEGA (2015), cuya investigación es generar biogás a base de la fermentación anaeróbica del estiércol de cuy en un digestor semicontinuo. La metodología empleada es aplicativa de tipo descriptiva. Los resultados obtenidos fueron de 55% de metano, pH de 7, temperatura fue de 34 °C; la relación de C/N fue de 25 y se produjo 6 m³ de biogás. Se concluye que cumple con las condiciones óptimas para obtener un biogás.

TARAMONA R. et al. (2017), en su investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la temperatura ambiente en cuanto a la producción de biogás, para ello aplicaron la metodología experimental, donde se necesitaron digestores de modelo tubular con geomembrana de PVC empleándose la relación de 1:5 de estiércol de ganado y agua. Los resultados obtenidos de biogás en el gasómetro alcanzaron una presión de 10 cm de agua; siendo un volumen de 5m³, dado que 1 m³ de biogás contiene 60% de metano y 40% de óxido y una energía de 6,26 kWh de carbono, asimismo se encontró a una temperatura de 14°C en 38 días. Se concluye que para la producción de biogás es influenciada por la temperatura, es decir a mayor temperatura ambiente, menor tiempo de producción de biogás y viceversa.

PAREJA (2015), cuya investigación tiene como objetivo obtener energía, biol y biosol en un biodigestor tubular. La investigación fue aplicada teniendo como diseño experimental-longitudinal; la población se conformó por estiércol de ganado vacuno; el instrumento aplicado fue guía de observación y finalmente el análisis estadístico aplicado fue estadística descriptiva. Los resultados obtenidos en la producción de biogás en 42 días fueron de 4,41 m³ de biogás/día a una temperatura de 14°C. Se concluye que la relación aplicada para la obtención de biogás fue en

una proporción de 1: 5 (estiércol: agua) para 200 kg de estiércol donde se obtuvo 4,41 m³ de biogás/día.

De las investigaciones descritas, se consideró diversas definiciones, empezando con los residuos orgánicos y así sucesivamente:

Lo residuos orgánicos pueden ser de origen vegetal y/o animal y tienen la capacidad de degradarse rápidamente transformándose en otra materia orgánica. (CCA, 2017). Por ejemplo, en esta categoría se encuentran los restos de frutas, verduras, restos de comida, residuos de jardín, etc.

El estiércol es una mezcla de excretas y alimentos no digeridos que proviene del sistema digestivo de los animales, estos contienen enzimas, jugos gástricos, pancreáticos, bacterias vivas y células muertas de la mucosa intestinal (Toala, 2014).

Según Barreros (2017) citando a Pantoja (2014), se refiere que el estiércol de cuy es empleado para la elaboración de abonos orgánicos por su alto contenido de nutrientes, teniendo la siguiente composición como se observa en Tabla 1.

Tabla 1. *Composición de Estiércol de cuy*

Nutrientes (ppm)	%
Nitrógeno	0.70
Fosforo	0.05
Potasio	0.31
pH	10

Fuente: *Barreros (2017) citando a Pantoja (2014)*

Así como Gómez (2018) citando a Narea et al. (2002) nos indica que el estiércol de cuy a diferencia de otros puede ser aprovechados de manera positiva por contener minerales y ser buen porcentaje de humedad. La INIA nos indica que el estiércol de cuy contiene en su composición mayormente nitrógeno, fósforo y potasio; y que estos componentes son mayormente utilizados las plantas, la ventaja de usar el estiércol de cuy en el suelo es que sirve como abono no contaminante, mejorado

las características físicas, químicas y biológicas; así como de obtener buenos rendimientos en una cosecha.

El biogás es un gas combustible producido por la biodegradación de la materia orgánica mediante procesos biológicos que ocurre en ausencia de oxígeno y mayormente está conformado por CH₄ y CO₂ y otros gases en menor proporción tal como se muestra en la Tabla 2 (Ribas, 2015). Por otro lado, Osejos-Merino et al. (2018), indica que el valor calórico es de 4700 a 5500 Kcal/m³ y es utilizado para la iluminación, cocción de alimentos, generadores de aguas, etc.

Tabla 2. Componentes del biogás

COMPUESTO	%
Metano (CH ₄)	55-70
Dióxido de Carbono (CO ₂)	35-45
Hidrógeno (H ₂)	0-1
Nitrógeno (N ₂)	0,5-3
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0-1
Proporciones % Volumen H ₂ S	0-2
Proporciones % Volumen de N ₂	0,5-3
Proporciones % Volumen de H ₂	1-3
Proporciones % Volumen O ₂	0-1
Vapor de Agua (H ₂ O)	Trazas

Fuente: Salazar (2017)

Tabla 3. Composición de algunos desechos para la producción de biogás

Material	% Humedad	% Solidos Totales	% Carbono Base Seca	% Nitrógeno Base Seca	Relación C/N en peso
ESTIERCOL					
Vacuno	79	21	32	1.5	21
Ovino	73	27	60	3.7	16
Equino	75	25	47	2.4	20
Porcino	69	31	73	2.6	28
Aves de corral	44	56	70	6.0	12
Auquénidos	57	43	42	3.7	11
Cuyes	32	60	37	2.2	17
Conejos	20	80	47	2.02	23
DESECHOS AGRÍCOLAS					
Chala de maíz	15	85	39	0.7	56
Paja de arroz	8	92	41	0.7	59
Paja de cebada	7	93	42	0.8	48
Paja de trigo	8	92	46	0.53	87
Totora	35	65	41	0.23	178
Hoja de plátano	89	11	42	1.10	38
Pastos	67	33	40	2.52	16
Hierbas, hojas secas	50	50	41	1.0	41

Fuente: Vega (2015)

La digestión anaeróbica tiene lugar dentro del digestor de biogás, que es un recipiente o estructura que facilita la descomposición de los desechos animales o cualquier otro tipo de desechos en energía en ausencia de oxígeno, produciendo así principalmente biogás y digestato (OBILEKE, et al., 2021).

La biometanización consta de cuatro pasos o etapas (Figura 1). Estos incluyen hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanización. Estas cuatro etapas de la digestión anaeróbica son esenciales, ya que muestran los procesos generales que describen la reacción química en la que el material orgánico es digerido bioquímicamente en dióxido de carbono y metano por los microorganismos anaeróbicos.

En la primera etapa llamada Hidrólisis, las bacterias hidrolíticas degradan los compuestos complejos (proteínas, polisacáridos, lípidos, etc.) en compuestos simples para que sean solubles al agua y luego den pase a las siguientes bacterias llamadas acidogénicas o fermentativas.

En la segunda etapa de Acidogénesis o fermentativa, las bacterias aumentan dentro del biodigestor y transforman los componentes simples de la primera etapa en ácidos orgánicos, ácidos grasos, hidrógeno y CO₂.

En la tercera etapa de acetogenesis, las bacterias acidogenéticas desaparecen y empiezan a aparecer las bacterias acetogénicas que transforman los ácidos orgánicos y alcohol en acetato y más hidrógeno.

En la cuarta etapa, aparecen las bacterias metanogénicas que consumen el hidrógeno y CO₂ para producir gas metano. En esta última etapa se desarrollan dos reacciones diferentes:

El 70% de las acetoclásticas convierten el acetato en CH₄ y el 30% de las hidrogenófilas transforman el H₂ y CO₂ en metano.

Y, por último, se manifiestan las bacterias sulfurreductoras que degradan los sulfatos presentes en la materia orgánica y hacen una mezcla gaseosa de gas metano 60-70%; CO₂:40- 30%; Sulfuro de Hidrogeno: 1%.

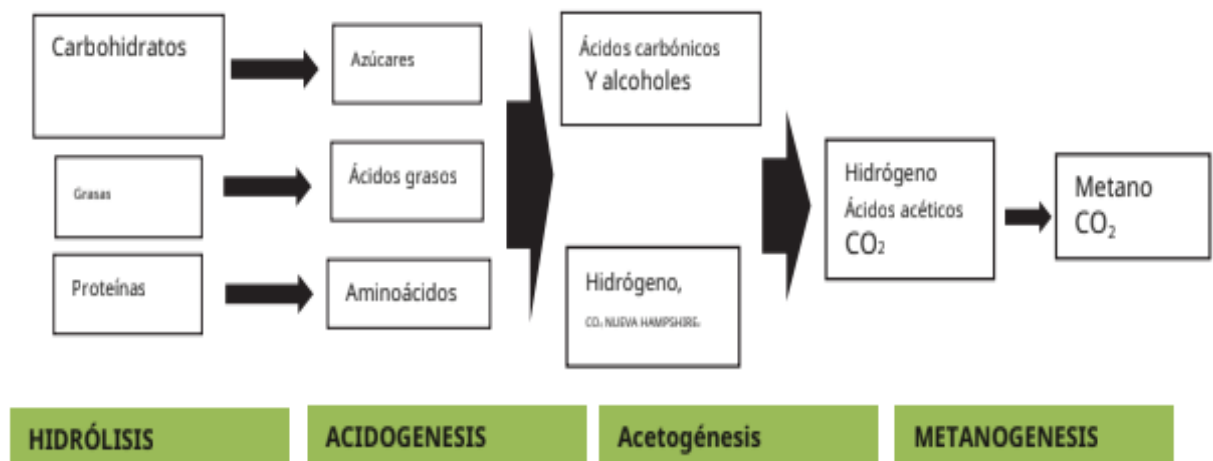


Figura 1. Etapas de la **biometanización**. Fuente: *OBILEKE, et al. (2021)*

Según OBILEKE, et al. (2021), indica que los parámetros de control más relevantes que influyen en la digestión anaerobia son los siguientes:

La temperatura es un parámetro importante que influye en la producción de biogás. Generalmente, la temperatura entre 0° C y aproximadamente 97 °C puede producir metano. En las bacterias tienen lugar enzimas que se caracterizan por las actividades de los procesos metabólicos.

El microorganismo sobrevive en diferentes rangos de temperatura. Las fluctuaciones de temperatura desnaturalizan las actividades de las enzimas, lo que dificulta el proceso de digestión en el sistema. Las diferentes bacterias responsables de la tecnología de digestión anaeróbica se producen a diferentes temperaturas. Se trata de bacterias psicrófilas que operan a una temperatura entre 10 °C y 20 °C, bacterias mesófilas que operan a una temperatura entre 20°C y 35° C, y bacterias termófilas de temperatura entre 45° C y 60° C.

Además, también existen actividades de bacterias más allá de las condiciones de temperatura termofílica (superiores a 60 °C). La temperatura mesófila de 40°C es difícil de obtener en la producción de biogás, ya que la temperatura deseada para la condición mesófila es de 35 ° C. Para la temperatura termófila, el valor óptimo es de 55 °C.

La velocidad de reacción y la producción de biogás aumentan a medida que aumenta la temperatura ambiente.

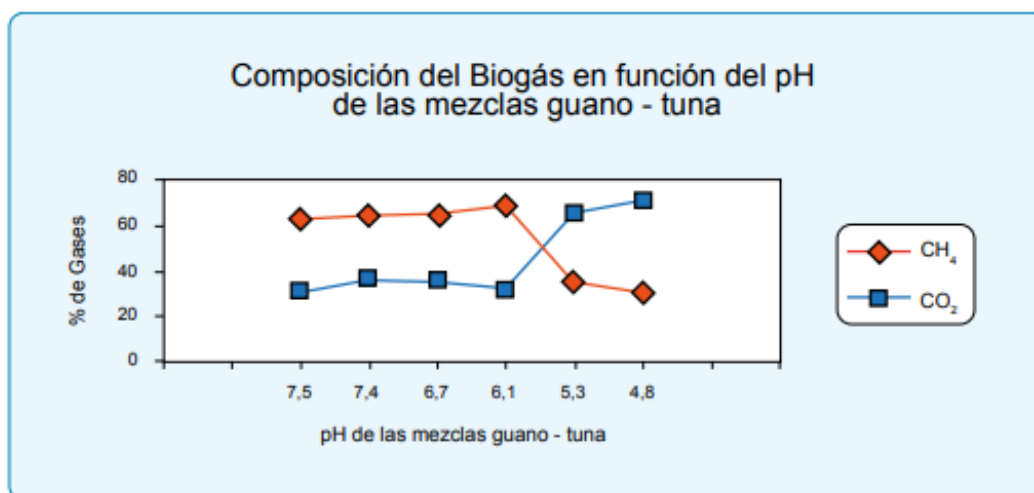
La agitación es otro de los factores internos que influyen en la producción de biogás, según Sánchez (2016,) nos indica que para mantener buenas condiciones y evitar variaciones importantes en las condiciones existentes dentro del biodigestor se debe agitar de forma circular adecuadamente dentro del mismo para evitar fenómenos de sedimentación o estratificación.

El pH determina si una sustancia es químicamente ácida, alcalina o neutra. Es un parámetro muy importante en la producción de metano y depende de una cantidad de iones de hidroxonio libres por unidad de volumen. El microorganismo de diferentes grupos involucrados en la digestión anaeróbica requiere diferentes

valores de pH. El pH generalmente indica estabilidad en los digestores de biogás y mantiene el sistema en equilibrio. La inconsistencia del pH en los digestores de biogás resultará en inestabilidad y acumulación de ácido que causará fallas en el sistema y disminuirá la tasa de producción de metano. Las bacterias metanogénicas que son encargadas de la producción de biogás funcionan bien a un pH de 6,6 y 8,0.52 mientras que el de las bacterias de hidrólisis y acidogénesis; el pH está entre 5,5 y 6,5. Además, un pH de menos de 6,1 y mayor que 8.3 resulta en una disminución en la producción de biogás.

Si el pH aumentara traerá como consecuencia la formación de CO₂ y el proceso de digestión disminuirá; pero si el pH baja, las bacterias no serán capaces de utilizar los materiales ácidos adecuadamente y el proceso se detendrá por completo (Yongfu et al. citado en Domínguez, L., 2008).

Por otra parte VARNERO (2011) menciona que el pH de un biodigestor tiene un rango óptimo de 6.5 a 7.5, ya que por debajo de 6.5 frenaría el proceso de fermentación, de igual forma si pasa de 7.5 formaría CO₂ y el proceso de digestión anaerobia disminuirá, como se detalla en la Figura 2.



Fuente: Varnero (2011)

Figura 2. Composición del biogás en función del pH de la mezcla de materias primas.

La TRH es el tiempo que tarda el sustrato en permanecer dentro del digestor de biogás antes de que se descargue. El proceso de deterioro de la biomasa toma al menos de 10 a 30 días en un ambiente mesófilo, mientras que, en ambientes termófilos, el tiempo de retención es de menos de 10 días.

La temperatura cercana a los 30 ° C requiere entre 20 y 30 días para la producción de biogás. La naturaleza del sustrato, las condiciones ambientales y el uso previsto de los materiales digeridos tienden a afectar la TRH del sistema.

Para González (2011), un digestor es un recipiente herméticamente cerrado e impermeable que es construido con distintos tipos de materiales como ladrillo y cemento, plástico o metal, este recipiente es de forma cilíndrica en los cuales se ingresa residuos orgánicos con una proporción de agua; para luego ser aprovechado por los microorganismos anaeróbicos y obtener biogás, biosol y biol. Las características para un adecuado funcionamiento de un digestor son:

- Debe cerrar correctamente de modo que no pase el aire y pueda interferir en el proceso de la digestión de la materia orgánica evitando así la fuga del biogás.
- El recipiente deberá tener válvulas de seguridad para evitar posibles accidentes.
- Previo al proceso se deberá probar con una solución jabonosa por las uniones e intercesiones de la manguera para evitar la fuga de gas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo tipo aplicada, de acuerdo con el CONCYTEC una investigación de este tipo determina, por medio del conocimiento científico, los medios como tecnologías, metodologías y protocolos por los cuales se puede cubrir una necesidad reconocida y específica (2018, p. 7), debido a que se realizó la demostración del uso de las variables asignadas, elaboración de biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía. La investigación cuantitativa forma parte de los cuerpos teóricos con técnicas mucho más estructuradas, abarcando así a formular problemas, objetivos e hipótesis sobre ello relacionadas a variables que se involucran en el problema que se plantea (Arellano, 2013).

El diseño de la investigación fue experimental porque permite manipular las variables y observar el efecto sobre ellas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Este proyecto experimental tuvo como finalidad demostrar el efecto de las variables seleccionadas como se aprecia en la Tabla 4. La siguiente investigación se realizó en torno a las variables independiente y dependiente.

Tabla 4. *Variables del proyecto*

Variables de investigación	Tipo
Estiércol de cuy y residuos orgánicos	Variable independiente
Biogás como energía	Variable dependiente

En la Tabla 5, se muestra la matriz de operacionalización de variables para la presente investigación con sus respectivas dimensiones e indicadores.

Tabla 5. Variables de operacionalización

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Estiércol de cuy y residuos orgánicos	<p>Barreros (2017), refiere que el estiércol de cuy es empleado para la elaboración de abonos orgánicos por su alto contenido de nutrientes.</p> <p>Residuos orgánicos son de origen animal y/o vegetal que tiene la capacidad de degradarse rápidamente transformándose en otra materia orgánica.(CCA,2017)</p>	Con el estiércol de cuy y residuos orgánicos se elaborara biogás	Estiércol de cuy	Cantidad de estiércol de cuy	Kg
				Volumen de agua	ml
			Residuos orgánicos	Cantidad residuos orgánicos	Kg
Variable dependiente	<p>Plugge (2017), indica que el biogás es un gas combustible que está formado por CH₄ y CO₂ que se obtiene a partir de la degradación de la materia orgánica mediante el proceso de digestión anaerobia.</p>	El biogás será evaluado con sus parámetros que influirán en la elaboración y producción obtenida.	Parámetros para la elaboración del biogás	Tiempo	días
Biogás como energía				Presión	PSI
				Temperatura	°C
				pH	0-14
			Producción de biogás	Volumen	ml
Porcentaje de metano	%				

3.3. Población, muestra y muestreo

3.1.1. Población

Ventura-León (2017), hace referencia que la población está conformada por un conjunto de elementos que tienen las mismas características en común sobre el tema que uno desea investigar. Por consiguiente, la población está conformada por el estiércol de cuy y residuos orgánicos que se emplearán en Lima.

3.1.2. Muestra

Por lo tanto, Salazar y Del castillo (2018), nos indica que la muestra es una parte de la población que se desea estudiar acerca de las características de la población, por ello consideramos que la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos que se emplearán son 13 kilos y 11 kilos respectivamente para la obtención de biogás.

3.1.3. Muestreo

Fue aleatorio simple.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este trabajo de investigación la técnica que se realizó es la de observación directa, ya que es la manera en la cual un investigador aprende; también, se usó la experimentación para obtener información y analizar los parámetros que puedan influir (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Los instrumentos que se utilizó en la presentar investigación estuvo conformado por las fichas de recopilación de datos a ser utilizados en la fase de campo y fase experimental los cuales fueron validados utilizando el criterio de juicios de expertos los cuales se presenta en el anexo 5.

3.5. Procedimiento

El procedimiento de la elaboración del biogás se usó el estiércol de cuy y residuos orgánicos como se presenta en la Figura 3.

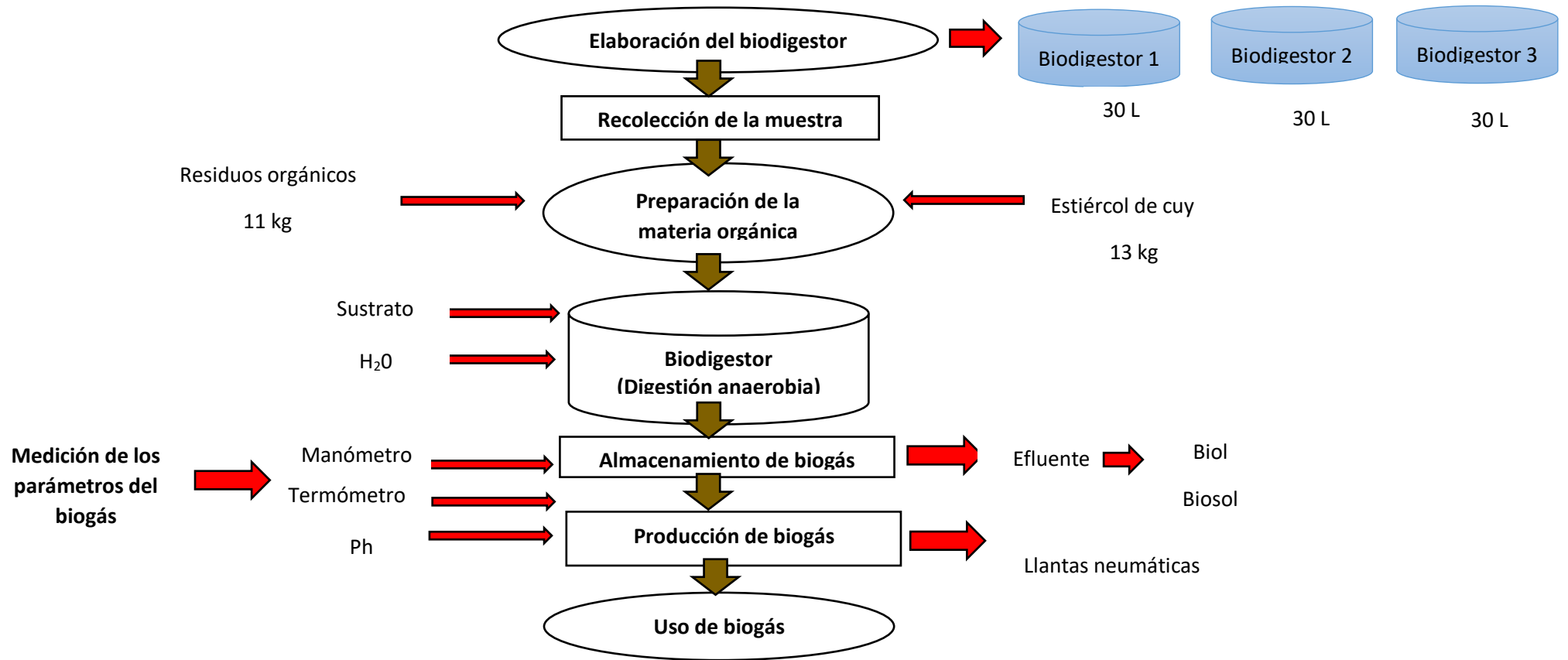


Figura 3. Procedimientos para la obtención de biogás

3.5.1. Diseño del proyecto de investigación

3.5.1.1 Elaboración del biodigestor

Se utilizaron 3 bidones de plástico azul de 30 L de capacidad, a estos barriles se les realizó tres perforaciones con ayuda de un taladro; cada bidón conto con 4 orificios de distintos diámetros, como se aprecia en la figura 4.



Figura 4. *Perforaciones de los bidones para armar el biodigestor*

Por otro lado, se realizó un orificio que será empleado para la salida del biogás donde se realizó un orificio de media pulgada para introducir la válvula de gas de manija corta y la manguera, este orificio estará localizado en la tapa de cada bidón, como se aprecia en la figura 5.



Figura 5. *Perforaciones de las tapas para cada bidón*

En cuanto al desagüe del biosol se realizó un orificio de media pulgada para introducir la llave de paso, estuvo localizada en la parte baja de cada bidón. Para el desagüe del biol se realizó un orificio de media pulgada donde se colocó los tubos de 20 cm juntos con los 3 codos en forma de “S”, este estuvo ubicado al costado y a la mitad de cada bidón tal como se aprecia en la figura 6.

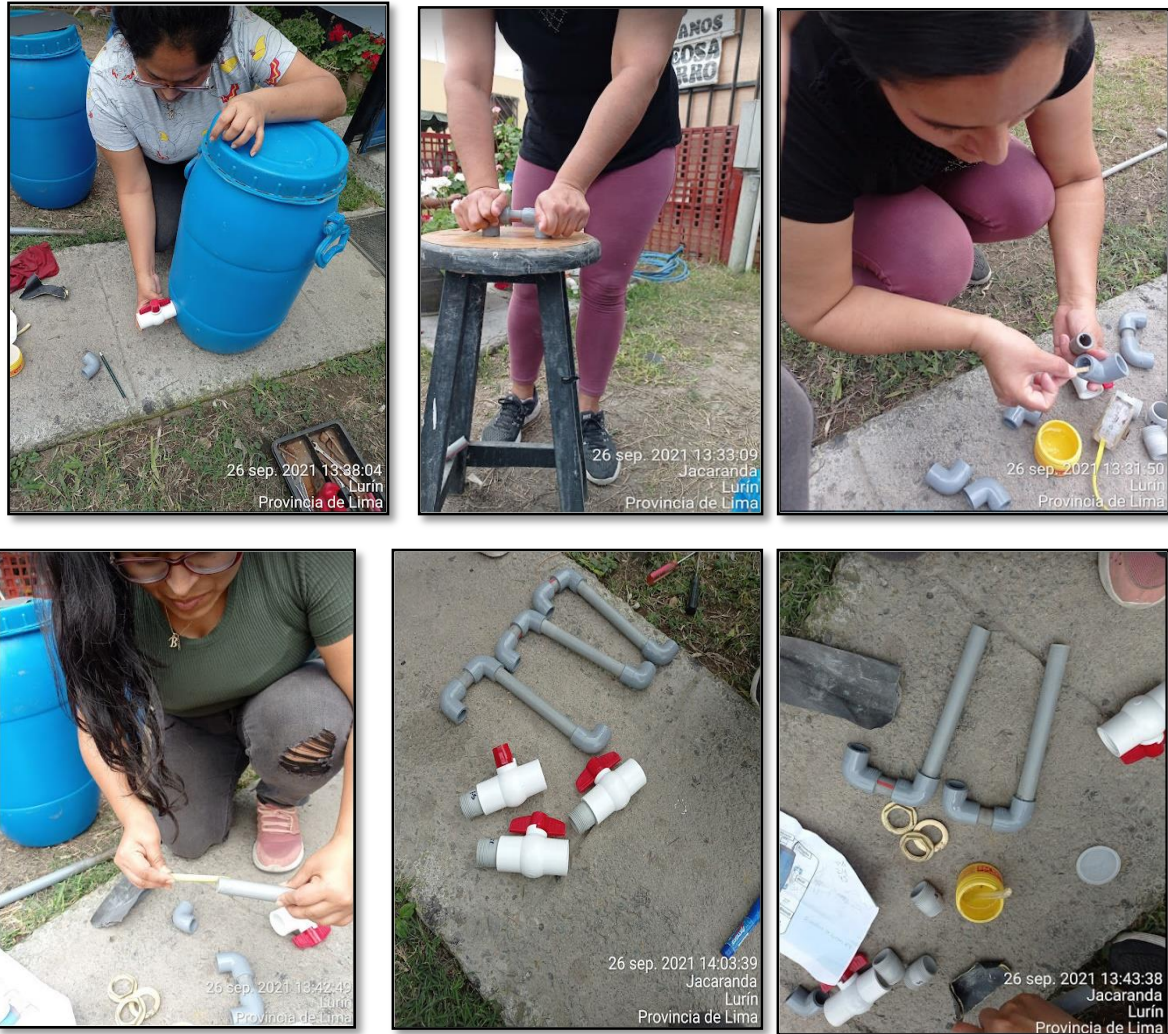


Figura 6. *Elaboración de los tubos en forma de S y orificios para el desagüe del biol y biosol*

Así mismo, se juntaron 3 botellas de plástico de 250 ml para adaptarlo en la parte lateral de cada biodigestor a esto se le conoce como trampa de agua, ya que permitió separar la humedad del gas, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. *Elaboración de la trampa de agua*

Por último, se realizó un orificio en la parte superior de la tapa de cada bidón, donde se colocó el manómetro el cual permitió medir y monitorear la presión del biogás tal como se aprecia en la Figura 8.



Figura 8. *Monitoreo de la presión del Biogás*

Para las uniones de los accesorios se utilizó cinta de teflón, se dio 4 vueltas con la cinta teflón en las zonas de unión para el mejor sellado, de esa manera se evitó fugas del sistema. Por consiguiente, en la Figura 9 se aprecia el prototipo del biodigestor a ser empleado en la presente investigación.



Figura 9. *Prototipo del Biodigestor*

3.5.1.2. Recolección de la muestra (estiércol de cuy y residuos orgánicos)

Se recolecto el estiércol de cuy en la casa de una familia que se dedica a la crianza de cuyes y así mismo se recolecto los residuos orgánicos del mercado Virgen de la merced como se evidencia en la figura 10 y figura 11.

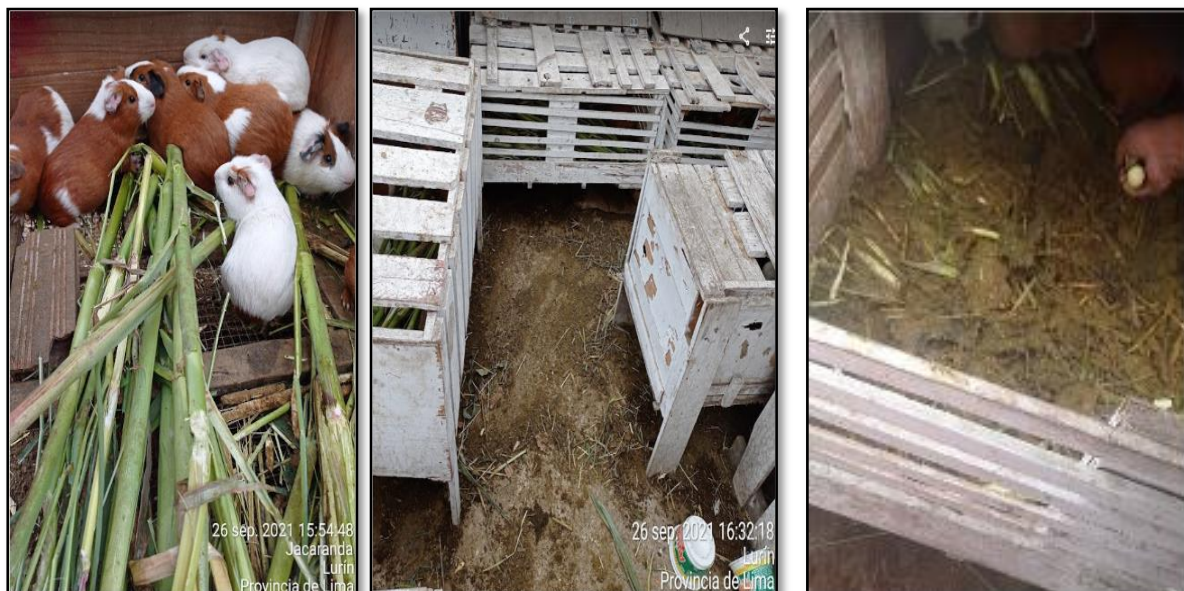


Figura 10. *Recolección del estiércol de cuy*



Figura 11. *Recolección de los residuos orgánicos*

3.5.1.3. Preparación de la materia orgánica

Se procedió a pesar la cantidad de residuos orgánicos y estiércol de cuy que se utilizó para cada biodigestor, tal como se muestra en la Tabla 6 y figura 12, luego de ello se procedió a cortar en pequeños trozos los residuos orgánicos para así acelerar el proceso de la digestión, tal como se aprecia en la figura 13.

Tabla 6. *Cantidad a emplear para cada biodigestor*

Materia orgánica	Residuos orgánicos	Estiércol de cuy
Muestra 1	2 kg	6 kg
Muestra 2	4 kg	4 kg
Muestra 3	5 kg	3 kg
Total	11 kg	13 kg



Figura 12. Pesos de los residuos orgánicos y estiércol de cuy



Figura 13. Se cortó los residuos orgánicos en trozos pequeños

Luego de la preparación inicial del sustrato (estiércol de cuy y residuos orgánicos) se realizó las mezclas para cada biodigestor de acuerdo a las siguientes proporciones tal como se detalla en la Tabla 7; previo a ello se mezcló lo más homogéneo posible ya que esto facilita el proceso de la digestión, tal como se aprecia en la figura 14.

Tabla 7. *Proporciones de sustrato y agua para cada biodigestor*

Materia orgánica	Residuos orgánicos	Estiércol de cuy	Agua
Biodigestor 1	2 kg	6 kg	19 L
Biodigestor 2	4 kg	4 kg	19 L
Biodigestor 3	5 kg	3 kg	19 L
Total	11 kg	13 kg	57 L

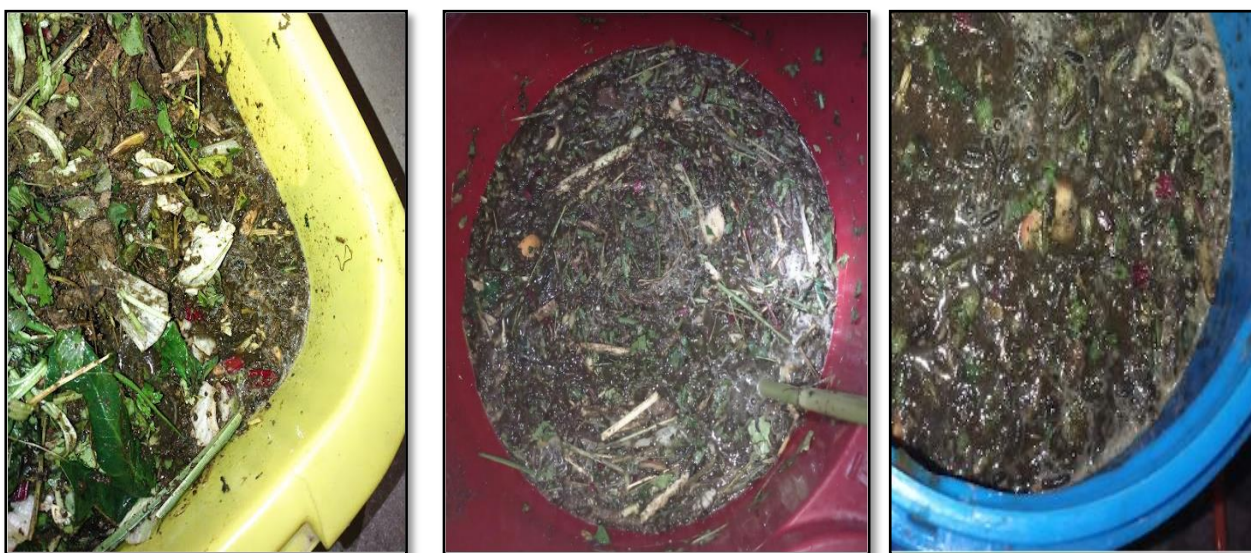


Figura 14. Preparación y agitación del sustrato

Finalmente se realizó las 3 mezclas para cada biodigestor, tal como se muestra en la figura 15.

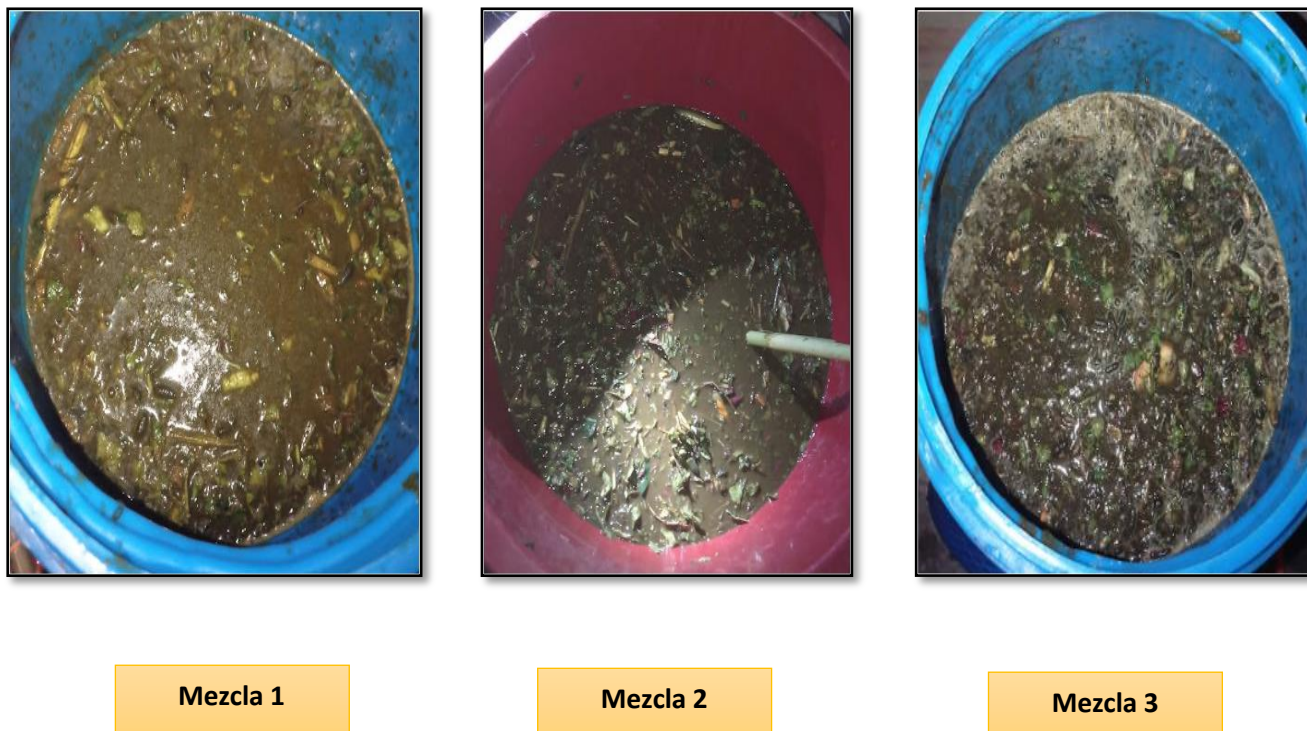


Figura 15. Mezclas de cada biodigestor

3.5.1.4. Medición de los parámetros del Biogás

Para la medición de la temperatura ambiente se utilizó los datos brindados por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú- SENAMHI tal como se aprecia en la figura 16 y figura 17; para la medición de cada mezcla se procedió a utilizar cintas indicadoras de pH tal como se aprecia en la figura 18, estas se midieron cada 4 días a partir del día 52.

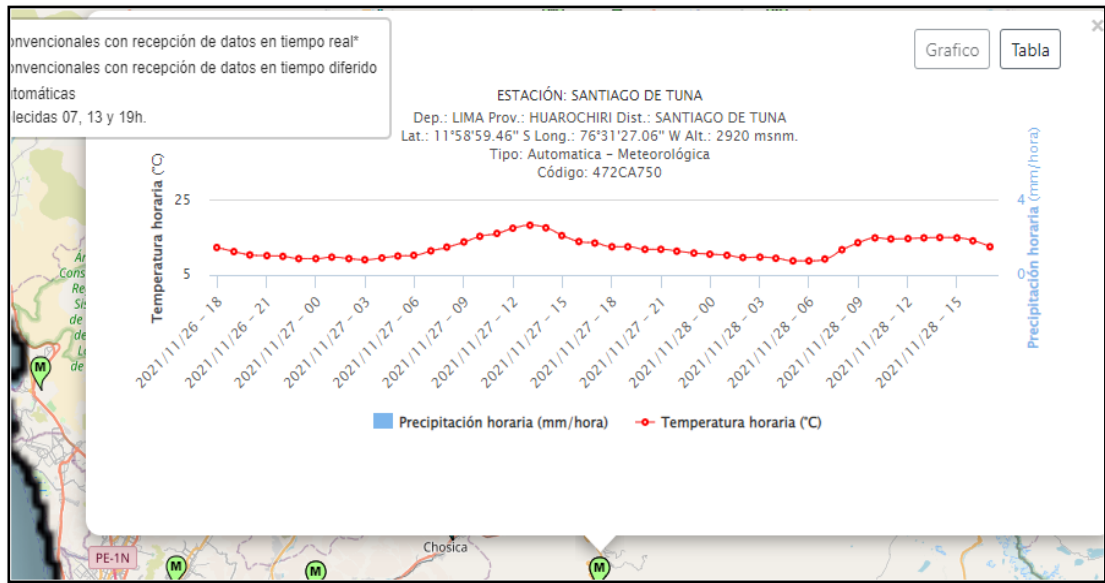


Figura 16. Datos recolectados de temperatura del SENAMHI

Estación : SANTIAGO DE TUNA

Provincia : HUARACHIRI Distrito : SANTIAGO DE TUNA Ir: 2021-11

Longitud : 76°31'27.06" W Altitud : 2920 msnm.

Tipo : Automática - Meteorológica Código : 472CA750

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/hora)	Humedad (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presión (hPa)
2021/11/15	23:00	9.3	0.0	74	101	0.1
2021/11/16	00:00	8.8	0.0	74	90	0.0
2021/11/16	01:00	9.4	0.0	75	80	0.0
2021/11/16	02:00	9.9	0.0	74	154	0.0
2021/11/16	03:00	9.9	0.0	74	154	0.0
2021/11/16	04:00	10.0	0.0	70	359	0.0
2021/11/16	05:00	9.4	0.0	70	18	0.0
2021/11/16	06:00	9.0	0.0	71	33	0.0
2021/11/16	07:00	10.3	0.0	67	88	0.0
2021/11/16	08:00	13.1	0.0	60	118	1.1
2021/11/16	09:00	14.7	0.0	57	167	0.9
2021/11/16	10:00	16.4	0.0	54	206	1.1
2021/11/16	11:00	16.6	0.0	56	210	0.9
2021/11/16	12:00	18.2	0.0	52	197	1.4
2021/11/16	13:00	18.7	0.0	49	151	2.2
2021/11/16	14:00	18.6	0.0	50	186	2.2
2021/11/16	15:00	17.5	0.0	51	169	1.4
2021/11/16	16:00	15.2	0.0	57	182	1.2
2021/11/16	17:00	14.3	0.0	61	168	1.2

Figura 17. Datos recolectados de temperatura de 1:00 pm a 3:00 pm



Figura 18. *Medición inicial del pH de cada muestra*

Así mismo para la medición de la presión del biogás se utilizó el Manómetro así como se aprecia en la figura 19; estas se midieron cada 4 días a partir del día 52.



Figura 19. *Medición de la presión del biogás*

3.5.1.5. Almacenamiento del biogás

Para el almacenamiento del biogás, se instaló llantas neumáticas en cada biodigestor tal como se aprecia en la figura 20.

Cada biodigestor tiene capacidad de 30 litros, se utilizó el 10 % para la cámara gaseosa y el 90% para el almacenamiento del biogás que fueron en llantas de neumáticos.



Figura 20. Almacenamiento del biogás

3.5.1.6. Producción de biogás

Para el análisis de metano que generó cada mezcla de los biodigestores se empleó el equipo Altair 5x - detector de gases múltiples tal como se aprecia en la figura 21, así mismo se obtuvieron las medidas de cada biodigestor tal como se aprecia en la figura 22.



Figura 21. Equipo Altair 5x - detector de gases múltiples



Figura 22. Medición del metano de cada bidón

Para la medición del volumen del biogás se utilizó el método de desplazamiento de agua es decir se utilizó una probeta de 100 ml, esto consistió en introducir la probeta llena de 100 ml a un recipiente lleno de agua y dentro de la probeta se introdujo la manguera del biogás dando que el nivel del gas descienda y registrando la cantidad de biogás obtenida; este procedimiento se repitió cada 4 días a partir del día 52 tal como se aprecia en la figura 23.



Figura 23. Medición de volumen del biogás

3.5.1.7. Uso de biogás como energía

Para el uso del biogás se implementó una cocina de 1 hornilla para cada biodigestor tal como se aprecia en la figura 24; mediante este proceso se demostró la energía térmica.



Figura 24. *Implementación de la cocina*

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó empleando distintos softwares como el Microsoft Excel y el SPSS, donde se aplicó pruebas estadísticas como media, varianza, homogeneidad con el fin de analizar los datos obtenidos en la elaboración de biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos, además se aplicó el uso de gráficos, figuras, tablas estadísticas y cuadros comparativos entre las mediciones obtenidas en el desarrollo del proyecto.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó a través de consultas de fuentes bibliográficas que posteriormente fueron citadas en este proyecto, por consiguiente, se realizó en base a los principios éticos respaldados por los instrumentos de validación y como prueba de ello se empleó la herramienta para la prevención del plagio TURNITIN.

Esta investigación estuvo dirigida para el público en general, siendo de fácil acceso para quienes deseen seguir investigando lo concerniente al tema planteado, contará con una redacción clara y concisa de fácil análisis y comprensión.

IV. RESULTADOS

4.1. Producir biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía

En la tabla 8, se muestra el volumen de las mediciones que se registraron durante cada 4 días empezando del 16 de noviembre hasta el 24 de noviembre. Así mismo se observó que conforme pasan los días el volumen del biogás aumenta.

Por consiguiente se evidencia que el de los tres bidones que genero mayor cantidad de volumen es el bidón 1 ya que la composición de sustrato fue de 6 kg de estiércol de cuy y 2 kg de residuos orgánicos a comparación de los dos restantes. Por ultimo en la tabla 9 se aprecia los volúmenes finales a los 60 días de cada bidón con respecto al tiempo.

Tabla 8. Mediciones del volumen de biogás de cada bidón

	Bidón	Ph	Tiempo (días)	T°C	Presión (PSI)	% Metano	Volumen (ml)	
Medición 1 (16 de noviembre)	Bidón 1	6.5	52	18.7	0	45	40	
			52	18.6	0	42	38	
			52	17.5	0	46	46	
	Bidón 2	6	52	18.7	0	25	26	
			52	18.6	0	28	30	
			52	17.5	0	27	28	
	Bidón 3	6	52	18.7	0	13	24	
			52	18.6	0	12	28	
			52	17.5	0	13	27	
Medición 2 (20 de noviembre)	Bidón 1	6	56	15.1	0	50	85	
			56	12.9	0	49	82	
			56	12.9	0	52	87	
	Bidón 2	6	56	15.1	0	24	56	
			56	12.9	0	26	58	
			56	12.9	0	25	60	
	Bidón 3	6	56	15.1	0	15	51	
			56	12.9	0	13	53	
			56	12.9	0	10	55	
	Medición 3 (24 de noviembre)	Bidón 1	6.5	60	14.7	0	54	133
				60	13.5	0	53	128
				60	11.3	0	50	131
Bidón 2		6	60	14.7	0	27	90	
			60	13.5	0	24	86	
			60	11.3	0	26	96	
Bidón 3		6	60	14.7	0	17	79	
			60	13.5	0	18	78	
			60	11.3	0	20	86	

Tabla 9. Volúmenes finales de cada bidón con respecto al tiempo (días)

Tiempo (días)	Volumen (ml)		
	bidon1	bidon2	bidon3
52	41.3	28	26.3
56	84.7	58	53
60	130.7	90.7	81

En el gráfico 1, se muestra que a los 60 días del biodigestor; el volumen de biogás aumento en el bidón 1 a comparación de los 2 restantes, esto se debe que se empleó mayor cantidad de estiércol de cuy y menor cantidad de residuos orgánicos.

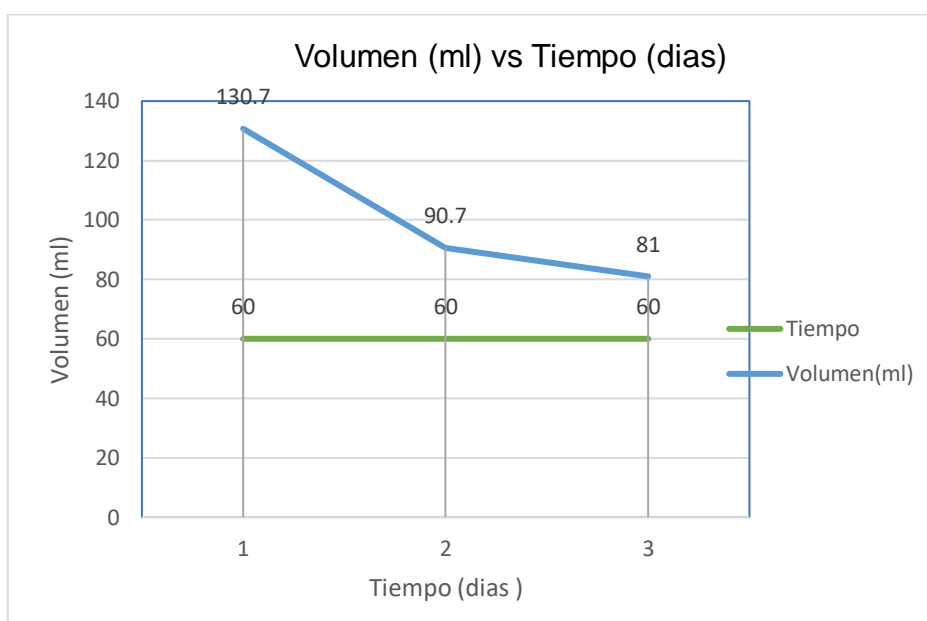


Gráfico 1. Volumen de biogás vs tiempo

La tabla 10, se observa la prueba de normalidad para el volumen.

Tabla 10. Prueba de normalidad para el volumen

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VOLUMEN	BIOGAS BIDON 1 (52 DIAS)	,292	3	.	,923	3	,463
	BIDON 2 (52 DIAS)	,175	3	.	1,000	3	1,000

BIDON 3 (52 DIAS)	,292	3	.	,923	3	,463
BIDON 1 (56 DIAS)	,219	3	.	,987	3	,780
BIDON 2 (56 DIAS)	,175	3	.	1,000	3	1,000
BIDON 3 (56 DIAS)	,175	3	.	1,000	3	1,000
BIDON 1 (60 DIAS)	,219	3	.	,987	3	,780
BIDON 1 (60 DIAS)	,219	3	.	,987	3	,780
BIDON 3 (60 DIAS)	,175	3	.	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Se concluye que por el número de muestras de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro- Wilk**:

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**.

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**. Los datos proceden de una distribución normal.

La tabla 11, se muestra la prueba de ANOVA con respecto al volumen.

Tabla 11. Prueba de ANOVA de volumen

ANOVA					
VOLUMEN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27420,963	8	3427,620	255,651	,000
Dentro de grupos	241,333	18	13,407		
Total	27662,296	26			

a) Prueba de hipótesis

Ho: El estiércol de cuy y residuos orgánicos no permite generar biogás como fuente de energía

H1: El estiércol de cuy y residuos orgánicos permite generar biogás como fuente de energía

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **Ho**, se acepta la **H1**.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **Ho**, se rechaza la **H1**

b) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**. El estiércol de cuy y residuos orgánicos permite generar biogás como fuente de energía.

La tabla 12, se observa la prueba de Tukey – comparación múltiple de volumen

Tabla 12. Prueba de Tukey – Comparación Múltiple de volumen

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: VOLUMEN						
HSD Tukey						
(I) BIOGAS	(J) BIOGAS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BIDON 1 (52 DIAS)	BIDON 2 (52 DIAS)	13,333*	2,990	,007	2,86	23,81
	BIDON 3 (52 DIAS)	15,000*	2,990	,002	4,52	25,48
	BIDON 1 (56 DIAS)	-43,333*	2,990	,000	-53,81	-32,86
	BIDON 2 (56 DIAS)	-16,667*	2,990	,001	-27,14	-6,19
	BIDON 3 (56 DIAS)	-11,667*	2,990	,023	-22,14	-1,19

	BIDON 1 (60 DIAS)	-89,333*	2,990	,000	-99,81	-78,86
	BIDON 1 (60 DIAS)	-49,333*	2,990	,000	-59,81	-38,86
	BIDON 3 (60 DIAS)	-36,667*	2,990	,000	-47,14	-26,19
BIDON 2 (52 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-13,333*	2,990	,007	-23,81	-2,86
	BIDON 3 (52 DIAS)	1,667	2,990	1,000	-8,81	12,14
	BIDON 1 (56 DIAS)	-56,667*	2,990	,000	-67,14	-46,19
	BIDON 2 (56 DIAS)	-30,000*	2,990	,000	-40,48	-19,52
	BIDON 3 (56 DIAS)	-25,000*	2,990	,000	-35,48	-14,52
	BIDON 1 (60 DIAS)	-102,667*	2,990	,000	-113,14	-92,19
	BIDON 1 (60 DIAS)	-62,667*	2,990	,000	-73,14	-52,19
	BIDON 3 (60 DIAS)	-50,000*	2,990	,000	-60,48	-39,52
BIDON 3 (52 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-15,000*	2,990	,002	-25,48	-4,52
	BIDON 2 (52 DIAS)	-1,667	2,990	1,000	-12,14	8,81
	BIDON 1 (56 DIAS)	-58,333*	2,990	,000	-68,81	-47,86
	BIDON 2 (56 DIAS)	-31,667*	2,990	,000	-42,14	-21,19
	BIDON 3 (56 DIAS)	-26,667*	2,990	,000	-37,14	-16,19
	BIDON 1 (60 DIAS)	-104,333*	2,990	,000	-114,81	-93,86
	BIDON 1 (60 DIAS)	-64,333*	2,990	,000	-74,81	-53,86
	BIDON 3 (60 DIAS)	-51,667*	2,990	,000	-62,14	-41,19
BIDON 1 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	43,333*	2,990	,000	32,86	53,81
	BIDON 2 (52 DIAS)	56,667*	2,990	,000	46,19	67,14
	BIDON 3 (52 DIAS)	58,333*	2,990	,000	47,86	68,81

	BIDON 2 (56 DIAS)	26,667*	2,990	,000	16,19	37,14
	BIDON 3 (56 DIAS)	31,667*	2,990	,000	21,19	42,14
	BIDON 1 (60 DIAS)	-46,000*	2,990	,000	-56,48	-35,52
	BIDON 1 (60 DIAS)	-6,000	2,990	,558	-16,48	4,48
	BIDON 3 (60 DIAS)	6,667	2,990	,428	-3,81	17,14
BIDON 2 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	16,667*	2,990	,001	6,19	27,14
	BIDON 2 (52 DIAS)	30,000*	2,990	,000	19,52	40,48
	BIDON 3 (52 DIAS)	31,667*	2,990	,000	21,19	42,14
	BIDON 1 (56 DIAS)	-26,667*	2,990	,000	-37,14	-16,19
	BIDON 3 (56 DIAS)	5,000	2,990	,755	-5,48	15,48
	BIDON 1 (60 DIAS)	-72,667*	2,990	,000	-83,14	-62,19
	BIDON 1 (60 DIAS)	-32,667*	2,990	,000	-43,14	-22,19
	BIDON 3 (60 DIAS)	-20,000*	2,990	,000	-30,48	-9,52
BIDON 3 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	11,667*	2,990	,023	1,19	22,14
	BIDON 2 (52 DIAS)	25,000*	2,990	,000	14,52	35,48
	BIDON 3 (52 DIAS)	26,667*	2,990	,000	16,19	37,14
	BIDON 1 (56 DIAS)	-31,667*	2,990	,000	-42,14	-21,19
	BIDON 2 (56 DIAS)	-5,000	2,990	,755	-15,48	5,48
	BIDON 1 (60 DIAS)	-77,667*	2,990	,000	-88,14	-67,19
	BIDON 1 (60 DIAS)	-37,667*	2,990	,000	-48,14	-27,19
	BIDON 3 (60 DIAS)	-25,000*	2,990	,000	-35,48	-14,52
BIDON 1 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	89,333*	2,990	,000	78,86	99,81

	BIDON 2 (52 DIAS)	102,667*	2,990	,000	92,19	113,14
	BIDON 3 (52 DIAS)	104,333*	2,990	,000	93,86	114,81
	BIDON 1 (56 DIAS)	46,000*	2,990	,000	35,52	56,48
	BIDON 2 (56 DIAS)	72,667*	2,990	,000	62,19	83,14
	BIDON 3 (56 DIAS)	77,667*	2,990	,000	67,19	88,14
	BIDON 1 (60 DIAS)	40,000*	2,990	,000	29,52	50,48
	BIDON 3 (60 DIAS)	52,667*	2,990	,000	42,19	63,14
BIDON 1 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	49,333*	2,990	,000	38,86	59,81
	BIDON 2 (52 DIAS)	62,667*	2,990	,000	52,19	73,14
	BIDON 3 (52 DIAS)	64,333*	2,990	,000	53,86	74,81
	BIDON 1 (56 DIAS)	6,000	2,990	,558	-4,48	16,48
	BIDON 2 (56 DIAS)	32,667*	2,990	,000	22,19	43,14
	BIDON 3 (56 DIAS)	37,667*	2,990	,000	27,19	48,14
	BIDON 1 (60 DIAS)	-40,000*	2,990	,000	-50,48	-29,52
	BIDON 3 (60 DIAS)	12,667*	2,990	,011	2,19	23,14
BIDON 3 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	36,667*	2,990	,000	26,19	47,14
	BIDON 2 (52 DIAS)	50,000*	2,990	,000	39,52	60,48
	BIDON 3 (52 DIAS)	51,667*	2,990	,000	41,19	62,14
	BIDON 1 (56 DIAS)	-6,667	2,990	,428	-17,14	3,81
	BIDON 2 (56 DIAS)	20,000*	2,990	,000	9,52	30,48
	BIDON 3 (56 DIAS)	25,000*	2,990	,000	14,52	35,48
	BIDON 1 (60 DIAS)	-52,667*	2,990	,000	-63,14	-42,19

	BIDON 1 (60 DIAS)	-12,667*	2,990	,011	-23,14	-2,19
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

H1: Existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

b) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos.

4.2. Determinar la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos que se empleara para la obtención de biogás como fuente de energía

En la tabla 13, se muestra las cantidades de estiércol, residuos orgánicos y agua que se emplearon para cada bidón para la obtención de biogás, de lo cual el que genero mayor biogás fue el bidón 1 esto se debe a la mayor cantidad de estiércol de cuy (6kg) y menor cantidad de residuos orgánicos (2kg) siendo la cantidad idónea para producir mayor biogás con 19 L de agua

Tabla 13. *Cantidades de materia orgánica por cada bidón*

Materia orgánica	Residuos orgánicos	Estiércol de cuy	Agua
Bidón 1	2 kg	6 kg	19 L
Bidón 2	4 kg	4 kg	19 L
Bidón 3	5 kg	3 kg	19 L
Total	11 kg	13 kg	57 L

En el gráfico 2, se aprecia las cantidades que se emplearon para la obtención de biogás de los cuales el que obtuvo un biogás óptimo es el bidón 1 donde se empleó 6 kg de estiércol de cuy con 2 kg de residuos orgánicos.

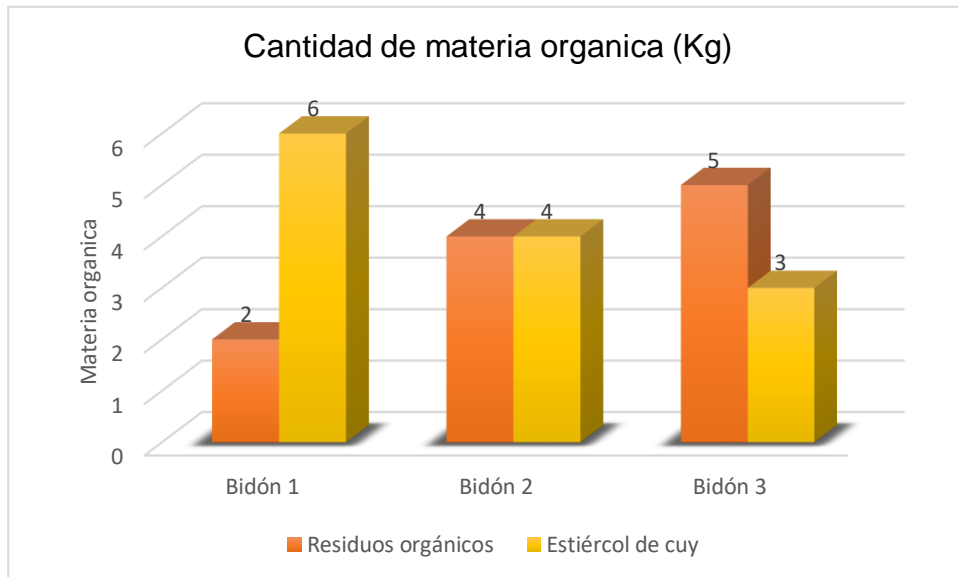


Gráfico 2. *Cantidad de materia orgánica*

4.3. Identificar los parámetros que influyen en la elaboración de biogás como fuente de energía

En la tabla 14, se muestra los parámetros que influyen en la elaboración del biodigestor excepto de la presión ya que no hubo cambios por diferentes factores externos (fuga de gas). Por consiguiente se detallara cada parámetro a continuación:

Tabla 14. Parámetros de biogás

	Bidon	Ph	Tiempo (días)	T°C	Presion (PSI)
Medicion 1 (16 de noviembre)	Bidon 1	6.5	52	18.7	0
			52	18.6	0
			52	17.5	0
	Bidon 2	6	52	18.7	0
			52	18.6	0
			52	17.5	0
	Bidon 3	6	52	18.7	0
			52	18.6	0
			52	17.5	0
Medicion 2 (20 de noviembre)	Bidon 1	6	56	15.1	0
			56	12.9	0
			56	12.9	0
	Bidon 2	6	56	15.1	0
			56	12.9	0
			56	12.9	0
	Bidon 3	6	56	15.1	0
			56	12.9	0
			56	12.9	0
Medicion 3 (24 de noviembre)	Bidon 1	6.5	60	14.7	0
			60	13.5	0
			60	11.3	0
	Bidon 2	6	60	14.7	0
			60	13.5	0
			60	11.3	0
	Bidon 3	6	60	14.7	0
			60	13.5	0
			60	11.3	0

- pH

En la tabla 15, se observa el pH que se registró cada bidón conforme a los días transcurridos; esto nos indica cómo ha variado ligeramente el pH del bidón 1 con respecto a los demás bidones. Así mismo en el grafico 3,4 y 5 se aprecia que en el día 60 el pH sube a 6.5 y empieza a descender con respecto a los demás bidones.

Tabla 15. pH de cada biodigestor

Tiempo (días)	pH		
	bidon1	bidon2	bidon3
52	6.5	6	6
56	6	6	6
60	6.5	6	6



Gráfico 3. Bidón 1 (pH)



Gráfico 4. Bidón 2(pH)



Gráfico 5. Bidón 3(pH)

- **Temperatura**

En la tabla 16, se observa la temperatura ambiental que registró cada bidón conforme a los días transcurridos, tal como se aprecia la temperatura empezó a descender de 18.3 °C a 13.2 °C respectivamente de cada bidón. Así mismo en el grafico 6 se aprecia el descenso de la temperatura vs el día transcurrido del biodigestor.

Tabla 16. *Temperatura de cada bidón*

Tiempo (días)	Temperatura		
	bidon1	bidon2	bidon3
52	18.3	18.3	18.3
56	13.6	13.6	13.6
60	13.2	13.2	13.2

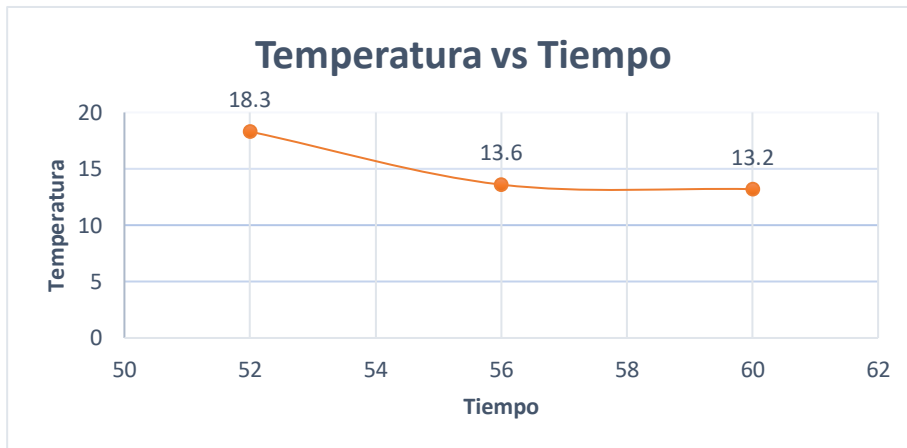


Gráfico 6. *Temperatura de cada bidón con respecto al tiempo*

En la tabla 17, se aprecia la prueba de normalidad de la temperatura de cada bidón.

Tabla 17. *Prueba de normalidad de temperatura*

Pruebas de normalidad							
	BIOGAS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.

TEMPERAT URA	BIDON 1 (52 DIAS)	,358	3	.	,812	3	,144
	BIDON 2 (52 DIAS)	,358	3	.	,812	3	,144
	BIDON 3 (52 DIAS)	,358	3	.	,812	3	,144
	BIDON 1 (56 DIAS)	,385	3	.	,750	3	,000
	BIDON 2 (56 DIAS)	,385	3	.	,750	3	,000
	BIDON 3 (56 DIAS)	,385	3	.	,750	3	,000
	BIDON 1 (60 DIAS)	,243	3	.	,972	3	,679
	BIDON 1 (60 DIAS)	,243	3	.	,972	3	,679
	BIDON 3 (60 DIAS)	,243	3	.	,972	3	,679
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Se concluye que por el número de muestras de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro- Wilk**

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**.

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀** Los datos proceden de una distribución normal

En la tabla 18, se aprecia la prueba de Anova de temperatura.

Tabla 18. Prueba de ANOVA de temperatura

ANOVA					
TEMPERATURA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	143,087	8	17,886	10,667	,000
Dentro de grupos	30,180	18	1,677		
Total	173,267	26			

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los parámetros no influyen en la elaboración del biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía

H1: Los parámetros si influyen en la elaboración del biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **Ho**, se acepta la **H1**.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **Ho**, se rechaza la **H1**

b) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**. Los parámetros si influyen en la elaboración del biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía.

En la tabla 19, se aprecia la prueba de tukey – comparación múltiple de temperatura

Tabla 19. Prueba de tukey – comparación múltiple de temperatura

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: TEMPERATURA
HSD Tukey

(I) BIOGAS	(J) BIOGAS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BIDON 1 (52 DIAS)	BIDON 2 (52 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 3 (52 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 2 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 3 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 1 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
	BIDON 1 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
	BIDON 3 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
BIDON 2 (52 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 3 (52 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 2 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 3 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 1 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804

	BIDON 1 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
	BIDON 3 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
BIDON 3 (52 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 2 (52 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 2 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 3 (56 DIAS)	4,6333*	1,0573	,008	,929	8,338
	BIDON 1 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
	BIDON 1 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
	BIDON 3 (60 DIAS)	5,1000*	1,0573	,003	1,396	8,804
BIDON 1 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 2 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 3 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 2 (56 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 3 (56 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171

	BIDON 1 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
	BIDON 3 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
BIDON 2 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 2 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 3 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 1 (56 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 3 (56 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
	BIDON 1 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
	BIDON 3 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
BIDON 3 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 2 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 3 (52 DIAS)	-4,6333*	1,0573	,008	-8,338	-,929
	BIDON 1 (56 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 2 (56 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171

	BIDON 1 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
	BIDON 3 (60 DIAS)	,4667	1,0573	1,000	-3,238	4,171
BIDON 1 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 2 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 3 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 1 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 2 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 3 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 1 (60 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 3 (60 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
BIDON 1 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 2 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 3 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 1 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 2 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 3 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238

	BIDON 1 (60 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 3 (60 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
BIDON 3 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 2 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 3 (52 DIAS)	-5,1000*	1,0573	,003	-8,804	-1,396
	BIDON 1 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 2 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 3 (56 DIAS)	-,4667	1,0573	1,000	-4,171	3,238
	BIDON 1 (60 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704
	BIDON 1 (60 DIAS)	,0000	1,0573	1,000	-3,704	3,704

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

H1: Existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

b) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

- **Tiempo**

En la tabla 20, se aprecia cómo se fueron midiendo los demás parámetros de acuerdo al tiempo del biodigestor es decir las mediciones iniciaron en el día 52 y finalizó a los 60 días.

Tabla 20. Tiempo del biodigestor

		<i>Tiempo (días), T°C</i>	
Medicion 1 (16 de noviembre)	Bidon 1	52	18.7
		52	18.6
		52	17.5
	Bidon 2	52	18.7
		52	18.6
		52	17.5
	Bidon 3	52	18.7
		52	18.6
		52	17.5
Medicion 2 (20 de noviembre)	Bidon 1	<i>Tiempo (días), T°C</i>	
		56	15.1
		56	12.9
	Bidon 2	56	12.9
		56	15.1
		56	12.9
	Bidon 3	56	12.9
		56	15.1
		56	12.9
Medicion 3 (24 de noviembre)	Bidon 1	<i>Tiempo (días), T°C</i>	
		60	14.7
		60	13.5
	Bidon 2	60	11.3
		60	14.7
		60	13.5
	Bidon 3	60	11.3
		60	14.7
		60	13.5
		60	11.3

4.4. Determinar el porcentaje de metano de la obtención del biogás como fuente de energía.

En la tabla 21, se aprecia el porcentaje de metano que se midió con el equipo Altair 5x; estas mediciones se llevaron a cabo a partir del día 52 en intervalos de 4 días hasta finalizar a los 60 días. Así mismo en la tabla 22 se aprecia el volumen final de metano de cada bidón.

Por último en el grafico 7,8 y 9 se aprecia como el porcentaje de metano varía de acuerdo a la composición de materia orgánica que presenta cada bidón con respecto al tiempo de incubación.

Tabla 21. Porcentaje de Metano

	Bidon	Ph	Tiempo (días)	T°C	Presion (PSI)	% Metano
Medicion 1 (16 de noviembre)	Bidon 1	6.5	52	18.7	0	45
			52	18.6	0	42
			52	17.5	0	46
	Bidon 2	6	52	18.7	0	25
			52	18.6	0	28
			52	17.5	0	27
	Bidon 3	6	52	18.7	0	13
			52	18.6	0	12
			52	17.5	0	13
Medicion 2 (20 de noviembre)	Bidon 1	6	56	15.1	0	50
			56	12.9	0	49
			56	12.9	0	52
	Bidon 2	6	56	15.1	0	24
			56	12.9	0	26
			56	12.9	0	25
	Bidon 3	6	56	15.1	0	15
			56	12.9	0	13
			56	12.9	0	10
Medicion 3 (24 de noviembre)	Bidon 1	6.5	60	14.7	0	54
			60	13.5	0	53
			60	11.3	0	50
	Bidon 2	6	60	14.7	0	27
			60	13.5	0	24
			60	11.3	0	26
	Bidon 3	6	60	14.7	0	17
			60	13.5	0	18
			60	11.3	0	20

Tabla 22. Porcentaje final de metano

Tiempo (días)	Metano (%)		
	bidon1	bidon2	bidon3
52	44%	26.60%	12.60%
56	50.30%	25%	12.60%
60	52.30%	25.60%	18.30%



Gráfico 7. Metano (%) del bidón 1

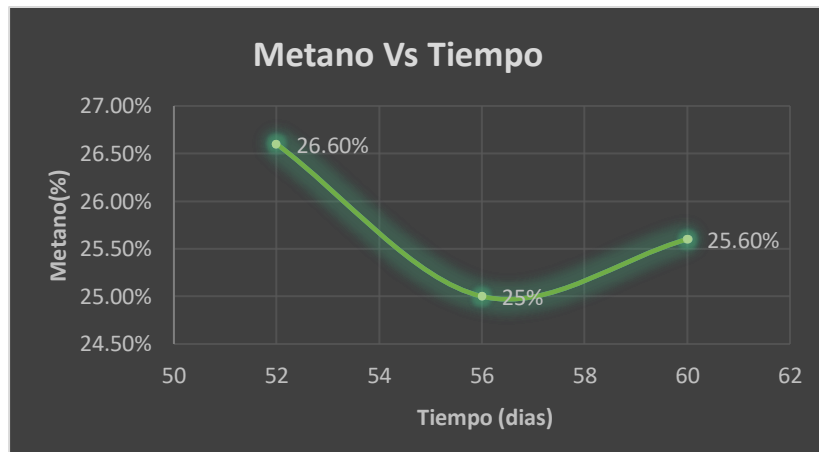


Gráfico 8. Metano (%) del bidón 2

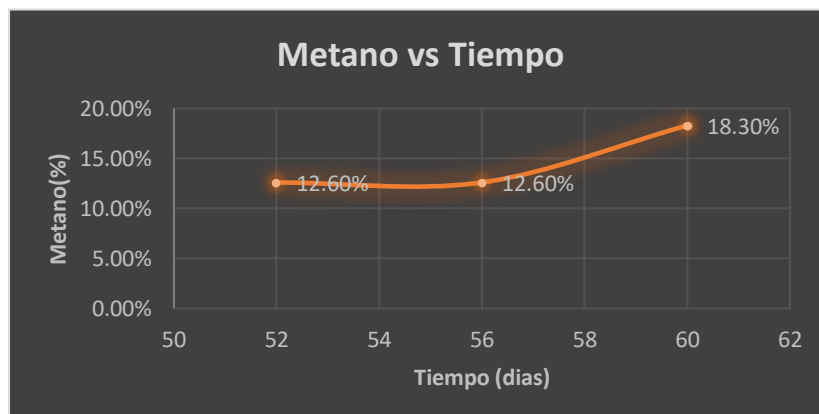


Gráfico 9. Metano (%) del bidón 3

En la tabla 23, se aprecia la prueba de normalidad del porcentaje de metano

Tabla 23. Prueba de normalidad del metano

Pruebas de normalidad							
	BIOGAS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
METANO	BIDON 1 (52 DIAS)	,292	3	.	,923	3	,463
	BIDON 2 (52 DIAS)	,253	3	.	,964	3	,637
	BIDON 3 (52 DIAS)	,385	3	.	,750	3	,000
	BIDON 1 (56 DIAS)	,204	3	.	,993	3	,843
	BIDON 2 (56 DIAS)	,219	3	.	,987	3	,780
	BIDON 3 (56 DIAS)	,219	3	.	,987	3	,780
	BIDON 1 (60 DIAS)	,314	3	.	,893	3	,363
	BIDON 1 (60 DIAS)	,385	3	.	,750	3	,000
	BIDON 3 (60 DIAS)	,385	3	.	,750	3	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Se concluye que por el número de muestras de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro- Wilk**

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**.

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.

En la tabla 24, se aprecia la prueba de Anova de metano

Tabla 24. Prueba de ANOVA de metano

ANOVA					
METANO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	42526,074	8	5315,759	1148,204	,000
Dentro de grupos	83,333	18	4,630		
Total	42609,407	26			

a) Prueba de hipótesis

Ho: El biogás elaborado a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos no contiene un 60% de metano.

H1: El biogás elaborado a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos contiene un 60% de metano.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **Ho**, se acepta la **H1**.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **Ho**, se rechaza la **H1**

b) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**. El biogás elaborado a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos contiene un 60% de metano.

En la tabla 25 se aprecia la prueba de tukey.

Tabla 25. Prueba de tukey – comparación múltiple de metano

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: METANO						
HSD Tukey						
(I) BIOGAS	(J) BIOGAS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BIDON 1 (52 DIAS)	BIDON 2 (52 DIAS)	17,667*	1,757	,000	11,51	23,82
	BIDON 3 (52 DIAS)	31,667*	1,757	,000	25,51	37,82
	BIDON 1 (56 DIAS)	-50,333*	1,757	,000	-56,49	-44,18
	BIDON 2 (56 DIAS)	-7,333*	1,757	,013	-13,49	-1,18
	BIDON 3 (56 DIAS)	19,000*	1,757	,000	12,84	25,16
	BIDON 1 (60 DIAS)	-102,667*	1,757	,000	-108,82	-96,51
	BIDON 1 (60 DIAS)	-33,000*	1,757	,000	-39,16	-26,84
	BIDON 3 (60 DIAS)	,667	1,757	1,000	-5,49	6,82
BIDON 2 (52 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-17,667*	1,757	,000	-23,82	-11,51
	BIDON 3 (52 DIAS)	14,000*	1,757	,000	7,84	20,16
	BIDON 1 (56 DIAS)	-68,000*	1,757	,000	-74,16	-61,84
	BIDON 2 (56 DIAS)	-25,000*	1,757	,000	-31,16	-18,84

	BIDON 3 (56 DIAS)	1,333	1,757	,997	-4,82	7,49
	BIDON 1 (60 DIAS)	-120,333*	1,757	,000	-126,49	-114,18
	BIDON 1 (60 DIAS)	-50,667*	1,757	,000	-56,82	-44,51
	BIDON 3 (60 DIAS)	-17,000*	1,757	,000	-23,16	-10,84
BIDON 3 (52 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-31,667*	1,757	,000	-37,82	-25,51
	BIDON 2 (52 DIAS)	-14,000*	1,757	,000	-20,16	-7,84
	BIDON 1 (56 DIAS)	-82,000*	1,757	,000	-88,16	-75,84
	BIDON 2 (56 DIAS)	-39,000*	1,757	,000	-45,16	-32,84
	BIDON 3 (56 DIAS)	-12,667*	1,757	,000	-18,82	-6,51
	BIDON 1 (60 DIAS)	-134,333*	1,757	,000	-140,49	-128,18
	BIDON 1 (60 DIAS)	-64,667*	1,757	,000	-70,82	-58,51
	BIDON 3 (60 DIAS)	-31,000*	1,757	,000	-37,16	-24,84
BIDON 1 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	50,333*	1,757	,000	44,18	56,49
	BIDON 2 (52 DIAS)	68,000*	1,757	,000	61,84	74,16
	BIDON 3 (52 DIAS)	82,000*	1,757	,000	75,84	88,16
	BIDON 2 (56 DIAS)	43,000*	1,757	,000	36,84	49,16

	BIDON 3 (56 DIAS)	69,333*	1,757	,000	63,18	75,49
	BIDON 1 (60 DIAS)	-52,333*	1,757	,000	-58,49	-46,18
	BIDON 1 (60 DIAS)	17,333*	1,757	,000	11,18	23,49
	BIDON 3 (60 DIAS)	51,000*	1,757	,000	44,84	57,16
BIDON 2 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	7,333*	1,757	,013	1,18	13,49
	BIDON 2 (52 DIAS)	25,000*	1,757	,000	18,84	31,16
	BIDON 3 (52 DIAS)	39,000*	1,757	,000	32,84	45,16
	BIDON 1 (56 DIAS)	-43,000*	1,757	,000	-49,16	-36,84
	BIDON 3 (56 DIAS)	26,333*	1,757	,000	20,18	32,49
	BIDON 1 (60 DIAS)	-95,333*	1,757	,000	-101,49	-89,18
	BIDON 1 (60 DIAS)	-25,667*	1,757	,000	-31,82	-19,51
	BIDON 3 (60 DIAS)	8,000*	1,757	,006	1,84	14,16
BIDON 3 (56 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-19,000*	1,757	,000	-25,16	-12,84
	BIDON 2 (52 DIAS)	-1,333	1,757	,997	-7,49	4,82
	BIDON 3 (52 DIAS)	12,667*	1,757	,000	6,51	18,82
	BIDON 1 (56 DIAS)	-69,333*	1,757	,000	-75,49	-63,18

	BIDON 2 (56 DIAS)	-26,333*	1,757	,000	-32,49	-20,18
	BIDON 1 (60 DIAS)	-121,667*	1,757	,000	-127,82	-115,51
	BIDON 1 (60 DIAS)	-52,000*	1,757	,000	-58,16	-45,84
	BIDON 3 (60 DIAS)	-18,333*	1,757	,000	-24,49	-12,18
BIDON 1 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	102,667*	1,757	,000	96,51	108,82
	BIDON 2 (52 DIAS)	120,333*	1,757	,000	114,18	126,49
	BIDON 3 (52 DIAS)	134,333*	1,757	,000	128,18	140,49
	BIDON 1 (56 DIAS)	52,333*	1,757	,000	46,18	58,49
	BIDON 2 (56 DIAS)	95,333*	1,757	,000	89,18	101,49
	BIDON 3 (56 DIAS)	121,667*	1,757	,000	115,51	127,82
	BIDON 1 (60 DIAS)	69,667*	1,757	,000	63,51	75,82
	BIDON 3 (60 DIAS)	103,333*	1,757	,000	97,18	109,49
BIDON 1 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	33,000*	1,757	,000	26,84	39,16
	BIDON 2 (52 DIAS)	50,667*	1,757	,000	44,51	56,82
	BIDON 3 (52 DIAS)	64,667*	1,757	,000	58,51	70,82
	BIDON 1 (56 DIAS)	-17,333*	1,757	,000	-23,49	-11,18

	BIDON 2 (56 DIAS)	25,667*	1,757	,000	19,51	31,82
	BIDON 3 (56 DIAS)	52,000*	1,757	,000	45,84	58,16
	BIDON 1 (60 DIAS)	-69,667*	1,757	,000	-75,82	-63,51
	BIDON 3 (60 DIAS)	33,667*	1,757	,000	27,51	39,82
BIDON 3 (60 DIAS)	BIDON 1 (52 DIAS)	-,667	1,757	1,000	-6,82	5,49
	BIDON 2 (52 DIAS)	17,000*	1,757	,000	10,84	23,16
	BIDON 3 (52 DIAS)	31,000*	1,757	,000	24,84	37,16
	BIDON 1 (56 DIAS)	-51,000*	1,757	,000	-57,16	-44,84
	BIDON 2 (56 DIAS)	-8,000*	1,757	,006	-14,16	-1,84
	BIDON 3 (56 DIAS)	18,333*	1,757	,000	12,18	24,49
	BIDON 1 (60 DIAS)	-103,333*	1,757	,000	-109,49	-97,18
	BIDON 1 (60 DIAS)	-33,667*	1,757	,000	-39,82	-27,51

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

H1: Existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

b) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H₁**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los Bidones en diferentes tiempos.

V. DISCUSIÓN

De los 3 biodigestores realizados: bidón 1, bidón 2 y bidón 3 se obtuvieron un porcentaje de metano de 52.3 %, 25.6% y 18.3% (tabla 22) respectivamente con un tiempo de retención de 60 días; además generó un volumen de 130.7 ml, 90.7 ml y 81 ml (tabla 9) de biogás. Siendo el biodigestor con mejor eficiencia el bidón 1 el de proporción de 2 kg/6 kg (cantidad de residuos orgánicos y estiércol de cuy (tabla 13), esto se debe a diferentes factores externos como internos; entre los factores internos se tiene a la composición de porcentaje de carbono/nitrógeno; la relación óptima de producción de biogás es de mayor de 20:1 y menor de 30:1, siendo la óptima de relación de 25:1 debido a que el nitrógeno es fundamental para la actividad y crecimiento de las bacterias (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, 2010; LEON, 2019 y BARREROS et al, 2017); VEGA (2015) obtuvo un porcentaje de metano de 55% y una producción de 6m³ de biogás teniendo una relación C/N de 25, en un tiempo de retención de 39 días con la diferencia que el ph obtenido en su biodigestor fue de 7.

Otro factor interno a considerar en la generación de biogás es el pH, el pH del bidón 1, 2 y 3 fue de 6.5, 6 y 6 (tabla 15) considerando mayor producción en el bidón 1, esto concuerda con lo mencionado en VEGA (2015) y VARNERO (2011), el pH de un biodigestor tiene un rango óptimo de 6.5 a 7.5, ya que por debajo de 6.5 frenaría el proceso de fermentación, de igual forma si pasa de 7.5 formarían CO₂ y el proceso de digestión anaerobia disminuirá; este resultado coincide con VALDERRAMA (2018) que obtuvo un volumen de 0.146 m³ de biogás a un ph de 7.6 en un tiempo de retención de 60 días, este obtuvo un mayor volumen ya que controlaron el nivel de pH de su biodigestor, de igual manera en PAREJA (2015) el valor de volumen fue de 5 m³ teniendo un pH neutro óptimo, en un tiempo de retención de 42 días generando mayor volumen de biogás teniendo en cuenta que el tiempo de retención fue menor, así mismo RUIZ PINTO (2020) generó 0.55 m³ de biogás a un pH de 7.3 en un tiempo de retención de 60 días , este agregó ácido acético para disminuir el pH en su biodigestor regulándolo.

Uno de los factores externos que influenciaron en la producción de biogás es la temperatura, esta debe estar siempre por encima de 20 ° C, ya que a temperaturas menores la producción de biogás que se genera disminuye y por debajo de 10° C

la digestión se detiene (LEON et al, 2019); JUSTO Y MONTOYA (2016) obtuvieron un volumen de biogás de 445 L en un tiempo de retención de 63 días a temperatura de 28 °C Y 58 ° C de sol directo, su volumen fue mayor ya que la proporción de estiércol fue mayor al experimento, pero la temperatura tuvo un efecto directo mejorando la función de las bacterias y descomponiendo las sustancias de materia orgánica en comparación con la temperatura de 14 ° C y 18 ° C que se obtuvo en el experimento, por lo que la generación obtenida no fue el esperado; VALDERRAMA (2011) tuvo 0.143 m³ de volumen de biogás en comparación a 46 ml del experimento teniendo un tiempo de retención similares, este expuso su biodigestor a temperatura de 25.6 y 31.2 ° C el cual fue el doble del bidón 1, 2 y 3.

La influencia del material o contenedor y el procedimiento adecuado de armado, ayudan o disminuyen la generación de biogás, en el experimento se sufrió de ciertas fallas, el indicador de la presión o manómetro no registro dato alguno, esto se debió que los bidones obtenidos no fueron nuevos, encontrándose con material residual dentro por lo que pudo afectar su condición provocando grietas, además que no se tuvo un cerrado hermético perfecto por los orificios realizados al armar el biodigestor, a cualquier movimiento generado en los bidones se apreció el olor característico de material en descomposición, esto concuerda con TAVIZON (2010) que menciona que las fallas entre las uniones de las mangueras y conectores de PVC dieron origen a fugas de biogás, concentrando un volumen bajo de biogás. La temperatura a la que se expuso tanto durante el día como la noche no fue la esperada, por lo que también influyo en la generación de biogás, además que no se tuvo un medio de agitación o movimiento dentro del biodigestor para que de esta manera se pueda mantener en buenas condiciones y evitar fenómenos de sedimentación (Sánchez, 2016)

La proporción que obtuvo más biogás fue de 1:3 estiércol de cuy con agua adicionando 2 kg de residuos orgánicos, en comparación con 1:4 adicionando 4 kg de residuos orgánicos y por ultimo 1:6 adicionando 5 kg de residuos orgánicos, esto con referencia a lo mencionado en Carreón (2020) que genero 0.975 m³ de gas/día, de acuerdo a la materia orgánica utilizada de 580 kg de guano de cuy y 1697 litros de agua en proporción de 1:3, siendo la proporción más óptima para generar biogás; en la investigación, la adición de residuos orgánicos aumento

concentración de bacterias metano génicas generando mayor descomposición de la materia orgánica, pero al tener un aumento de estiércol de cuy en el biodigestor la mezcla realizada en esos dos caso estuvo muy compacta por lo que formo natas impidiendo el pase del gas.

VI. CONCLUSIONES

1. Se produjo biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos de 130.7 ml, 90.7 ml y 81 ml volumen de biogás, obteniéndose una fuente de energía casera medio ambientalmente amigable, aplicable a cualquier ámbito y de bajo costo.
2. Se determinó la mejor cantidad a emplear de residuos orgánicos con estiércol de cuy que fue de 1:3, mientras la cantidad de residuos de cuy disminuye en el biodigestor se tiene menores volúmenes de biogás, con referencia al volumen de agua, este debe estar en proporción de 1:3 de estiércol de cuy y agua.
3. Se identificó los parámetros que influyen en la elaboración de biogás, estos son: pH, temperatura, presión, composición de porcentaje de carbono/nitrógeno y los materiales a utilizar en el proceso del armado del biodigestor priorizando la hermeticidad, estos parámetros deben ser manejados, controlados y medidos en todo el proceso del biodigestor para una eficiencia optima de generación de biogás.
4. Se determinó el porcentaje de metano obtenido de los tres biodigestores, resultando una medida dentro del rango de las investigaciones de 52.3 %, 25.6% y 18.3%, siendo el más eficiente el biodigestor 1 que genero 52.3%.

VII. RECOMENDACIONES

- Para aumentar el porcentaje de metano de los bidones, se propone alargar el tiempo del biodigestor y verificar que el bidón no cuente con ningún material residual y asegurarse de un sellado hermético.
- Realizar la agitación de cada biodigestor para evitar que se forme una especie de masa compacta y evite que el gas se almacene en las llantas neumáticas.
- Evaluar la temperatura interna del biodigestor para así tener la seguridad que el proceso que realice las bacterias pueda ser las adecuadas y no retrasar el proceso de digestión y tener una adecuada producción de biogás.
- Realizar investigaciones acerca de que bacterias metanogénicas aceleran el proceso de degradación de la materia orgánica ya que esto sería de mucha ayuda para futuras investigaciones.
- A futuras investigaciones, realizar análisis de la materia orgánica a utilizar ya que esto permitiría saber la relación de C/N del compuesto y así asegura una adecuada producción de biogás.

REFERENCIAS

1. AWAFU, Edward A.; AGYEMAN, Victor K. Development of biogas resources and technologies in Ghana, a survey. *International Journal of Energy and Environment*, 2020, vol. 11, no 3, p. 167-178.
2. ADROVER, María Esperanza, et al. Anaerobic co-digestion of rabbit manure and sorghum crops in a bench-scale biodigester. *Bioresources and Bioprocessing*, 2020, vol. 7, no 1, p. 1-12.
3. ARELLANO, Edgar Ortiz. Epistemología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa: Paradigmas y Objetivos. *Revista de claseshistoria*, 2013, no 12, p. 3.
4. ARROYO, Flavio R., et al. Study of biogas generation from guinea pig excretions in discontinuous and Taiwanese biodigesters at elevations above 2,500 masl.
5. BARRENA G., M., OLIVARES M., V., TARAMONA R., L., y CHAUCA R., N. (2017). Influencia de la temperatura ambiente sobre la producción de biogas. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 4(1), 15-25. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2017v4n1.002>
6. BARREROS, Edison Iván. Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (*cavia porcellus*), enriquecido. 2017. Tesis de Licenciatura.
7. CCA, 2017. Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp. S.l.: s.n. ISBN 9782897002329.
8. Cardenas , J. (2019). Evaluación de la calidad de biogás y biol en biodigestores utilizando estiércol de vaca y residuos orgánicos del comedor pre-tratados con la técnica del bokashi en la UNALM. Lima – Perú
9. CARREON, Esmeralda; ARHUIRE, Clara Taciana. Una revisión a la evaluación técnica y económica en la generación del biogás a partir de residuos domésticos para uso familiar. 2020.
10. COTRINA, D. C. y VARGAS, C. T. (2019). Obtención de Biogás a Partir de Excremento de Cuy en Condiciones Ambientales en Tacna Perú. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/284/278>

11. CONCYTEC (2018) [en línea] [fecha de consulta: 4 junio 2021]. Disponible en:
https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf
12. DALADIER, M, COTRINA, C. y VARGAS, C.T., 2011. Obtaining of Biogas from Excrement of Guinea Pig in Environmental Conditions in Tacna Perú. , pp. 84-91.
13. DE LA CRUZ M., E. M., y DE LA CRUZ M., M. R. (2017). Aislamiento térmico de biodigestor tubular para producción de biogás en zonas frías.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4694>
14. FUERTES, Esperanza, et al. Emisiones de gases contaminantes en explotaciones de vacuno lechero: sistema de cama compostante versus cubículos. 2019.
15. GARCÍA RODRÍGUEZ, Angie Mariana; GÓMEZ FRANCO, Juan Daniel. Evaluación de la producción de biogás a partir de residuos vegetales obtenidos en la central de abastos de Bogotá mediante digestión anaerobia. 2016. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América.
16. GOMEZ HUANCA, Ana Magnolia. Solucion nutritiva de Biol a base de estiércol de cuy (*Cavia porcellus* L.) ovino (*Ovis aries*) y vacuno (*Bos taurus*) en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Puno. 2018.
17. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. (2014). Metodología de la investigación (6ta. ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill Education.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13900/R_OJAS_BONILLA_MAR%C3%8DA_LUZ1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. JARAMILLO, Elizabeth. Propuesta de diseño de un biodigestor casero .Tesis (Ingeniero Químico Industrial). México: Instituto Politécnico Nacional. 2011
19. JAIMES-ESTÉVEZ, Jaime, et al. Psychrophilic Full scale tubular digester operating over eight years: Complete performance evaluation and microbiological population. *Energies*, 2021, vol. 14, no 1, p. 151.
20. LEÓN, Carlos Alberto, et al. diseño e implementación de una planta piloto de producción de biogás, biol y biosol. *arnaldoa*, 2019, vol. 26, no 3, p. 1017-1032}

21. LINARES-LUJAN, Guillermo Alberto; ECHEVERRIA-PEREZ, Carlos; CESPEDES-AGUILAR, Tatiana. Energy potential of the rural area of “La Libertad” department (Peru) produced by biogas obtained from human waste. *Revista Tecnología en Marcha*, 2017, vol. 30, no 4, p. 108-117.
22. MENDOZA YENQUE, Roy Joffre. Diseño e implementación de una planta piloto para producir Biogás y Bioabonos a partir de estiércol de Cavia porcellus en un Biorreactor tubular de Policloruro de vinilo. Trujillo-Perú. 2017. 2019.
23. MONGE-SOTOMAYOR, Joselyn-Xiomara; ROSAS-ALZAMORA, Christian-Mauricio. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta generadora de energía eléctrica con el uso de biodigestores tubulares en el distrito de San Agustín de Cajas-Huancayo. 2021.
24. OSEJOS-MERINO, M.A., JARAMILLO-VÉLIZ, J.J., MERINO-CONFORME, M. V., QUIMIS-GÓMEZ, A.J. y ALCÍVAR-COBEÑA, J.L., 2018. Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA Jipijapa – Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, vol. 4, no. 1, pp. 709. ISSN 2477-8818. DOI 10.23857/dc.v4i1.788.
25. OBILEKE, KeChrist, et al. Anaerobic digestion: Technology for biogas production as a source of renewable energy—A review. *Energy & Environment*, 2021, vol. 32, no 2, p. 191-225.
26. PAREJA, Carlos Antonio Reyes. Producción de biogás en digestor tubular para la sostenibilidad energética y mejorar la calidad de vida en la provincia de Yungay-distrito de Huashao -Ancash 2015.
27. PLUGGE, Caroline M. Biogas. *Microbial biotechnology*, 2017, vol. 10, no 5, p. 1128-1130.
28. RIBAS FONT, Maria Cristina, et al. Desarrollo de un procedimiento de análisis para la determinación de siloxanos en biogás. Aplicación a depósitos controlados de residuos sólidos urbanos y estaciones depuradoras de aguas residuales. 2015. Tesis Doctoral. Universitat Ramon Llull.
29. Rodríguez Perdigón, A. L. (2014). Viabilidad técnica para producción de biogás a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos - Bogotá

30. Ruiz. Bill (2020) Diseño de una biodigestor para la generación de energía a partir de estiércol de ganado vacuno para una vivienda rural en CC.PP. las canteras del distrito de Patalapo- Chiclayo- Lamabayequ
31. SALAZAR, C., y DEL CASTILLO, S. (2018). Fundamentos básicos de estadística. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13720> Quito, Ecuador. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/60874305/Fundamentos_Basicos_de_Estadistica-Libro20191011-34212-u0l9fe.pdf?
32. SANCHEZ, Jesús (2016), Optimización de la agitación de un digestor anaeróbico mediante mecánicas de fluidos computacional. https://oa.upm.es/39549/1/Jesus_Sanchez_Rubal.pdf
33. SÁNCHEZ PORTILLA, Florentino; VIZCÓN TOLEDO, Roberto. The Organic Waste Codigestion: an energy, environmental and human health contribution. Revista Científica de Ingeniería Energetica, 2017, vol. 38, no 3, p. 226-236.
34. STEINFELD, Henning, et al. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., 2009.
35. TARAMONA RUIZ, Luis Alberto, et al. Performance of biogas and its benefits economic partner in the sustainable rural development of the communities of altoandinas. Ancash-Peru.
36. TINIA IDATY, M. G.; ISMAIL, M. N. Maximising Potential of Methane Production from Biogas for Power Generation. Pertanika Journal of Science & Technology, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 153–160, 2017. Disponible em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=121425082&lang=es&site=eds-live>. Acceso em: 12 maio. 2021.
37. TOALA MOREIRA, Edwin Eyner. Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado en el rancho Verónica. 2014. Tesis de Licenciatura.
38. TORIBIO, Lessly K. Palacios; CASTRO, Gabriela Obregón; VALVERDE, Jhonny Wilfredo. Calorific Value of Biogas Obtained by Cavia porcellus Biomass. CHEMICAL ENGINEERING, 2020, vol. 80.

39. VALDERRAMA, I., Rodríguez, M., Otiniano García, N., & Cruz, A. (2018). Producción de biogás con diferentes proporciones de residuo orgánico de cavia porcellus (cuy) /agua de dilución. <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/article/view/1508>
40. VARNERO, María Teresa (2011). Manual de biogás. Chile <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
41. Ventura-León, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública, 43(4), 0-0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S086434662017000400014&script=sci_arttext&lng=en
42. VEGA ARQUIÑO, Jhon Alexis. Diseño, construcción y evaluación de un biodigestor semicontinuo para la generación de biogas con la fermentación anaeróbica del estiercol de cuy y de conejo para la institución educativa privada cristiana bereshi. 2015.
43. Víquez J., Caydiid M / Adhiambo, P., (2018). Evaluación de la eficiencia térmica en estufas fabricadas y modificadas a biogás. https://energypedia.info/images/1/1b/31.Eficiencia_termica_de_estufas_a_biogas.pdf
44. YUSUF, Ibrahim; ARZAI, Kubra I.; DAYYAB, Abdulwahid S. Evaluation of Pre-treatment Methods and Anaerobic Co-digestions of Recalcitrant Melanised Chicken Feather Wastes with other Wastes for Improved Methane and Electrical Energy Production. Jordan Journal of Biological Sciences, 2020, vol. 13, no 4.

ANEXOS

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Estiércol de cuy y residuos orgánicos	<p>Barreros (2017), refiere que el estiércol de cuy es empleado para la elaboración de abonos orgánicos por su alto contenido de nutrientes.</p> <p>Residuos orgánicos son de origen animal y/o vegetal que tiene la capacidad de degradarse rápidamente transformándose en otra materia orgánica (CCA,2017)</p>	Con el estiércol de cuy y residuos orgánicos se elaborara biogás	Estiércol de cuy	Cantidad de estiércol de cuy	Kg
				Volumen de agua	ml
			Residuos orgánicos	Cantidad residuos orgánicos	Kg
Variable dependiente	<p>Plugge (2017), indica que el biogás es un gas combustible que está formado por CH₄ y CO₂ que se obtiene a partir de la degradación de la materia orgánica mediante el proceso de digestión anaerobia.</p>	El biogás será evaluado con sus parámetros que influirán en la elaboración y producción obtenida.	Parámetros para la elaboración del biogás	Tiempo	días
Biogás como energía				Presión	PSI
				Temperatura	C°
				pH	0-14
			Producción de biogás	Volumen	ml
				Porcentaje de metano	%

Anexo 3. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Diseño metodológico	
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Tipo de investigación	Diseño de investigación
¿Cómo generar biogás a partir de estiércol de cuy residuos orgánicos para ser utilizado como fuente de energía?	Producir biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía.	El estiércol de cuy y residuos orgánicos permite generar biogás como fuente de energía	Aplicada	Experimental
Problema específico	Objetivo específicos	Hipótesis específica	Nivel de investigación	Población
¿Cuál será la cantidad de estiércol de cuy residuos orgánicos que se empleará para la obtención de biogás?	Determinar la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos que se empleara para la obtención de biogás como fuente de energía	Con la cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos empleados se obtendrá biogás como fuente de energía.	Explicativa	Estiércol de cuy y residuos orgánicos
			Enfoque de la investigación	Muestra
¿Cuáles son los parámetros que influyen en la elaboración de biogás?	Identificar los parámetros que influyen en la elaboración de biogás como fuente de energía.	Los parámetros si influyen en la elaboración del biogás a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos como fuente de energía.	Cuantitativa	Cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos
¿Cuál es el porcentaje de metano que se obtiene del biogás?	Determinar el porcentaje de metano de la obtención del biogás como fuente de energía.	El biogás elaborado a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos contiene un 80% de metano.	Técnica de recolección de datos	
			Observación directa	
			Instrumentos de recolección de datos	
			Ficha 1. Cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos. Ficha 2. Parámetros para la elaboración del biogás Ficha 3. Producción de biogás	

Anexo 4. Instrumentación de recolección de datos

	FICHA DE REGISTRO DE CANTIDAD DE ESTIERCO DE CUY Y RESIDUOS ORGÁNICOS.		FECHA:	ANEXO
				VERSIÓN :01
Nº DE FICHA				
NOMBRE DE LOS INVESTIGADORES				
ITEM	Masa de estiércol de cuy (Kg)	Masa de residuos orgánicos (Kg)	Volumen de agua (ml)	
1. Muestra 1				
2. Muestra 2				
3. Muestra 3				
RESPONSABLE DEL REGISTRO				
Nombres:				
Fecha:				
Firma:				

Lima, 21 de junio de 2021

Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
 CIP N° 38103

LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711

Atentamente,

 Juan Julio Ochoa Galvez
 DNI: 08447308

		FICHA DE REGISTRO DE PARAMETROS PARA LA ELABORACION DE BIOGAS			FECHA:	ANEXO
						VERSIÓN :01
Nº DE FICHA						
NOMBRE DE LOS INVESTIGADORES						
ITEM	Tiempo (días)	Presión (PSI)	Temperatura (T)	Ph (0- 14)		
1. Medición 1						
2. Medición 2						
3. Medición 3						
RESPONSABLE DEL REGISTRO						
Nombres:						
Fecha:						
Firma:						

Lima, 21 de junio de 2021



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUIS FERMÍN
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111111

Atentamente,



Juan Julio O'Donnell Galvez
DNI: 08447308

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE PRODUCCION DE BIOGAS	FECHA:	ANEXO
			VERSIÓN :01
Nº DE FICHA			
NOMBRE DE LOS INVESTIGADORES			
ITEM	Volumen (ml)	Porcentaje de metano (%)	
1. Medición 1			
2. Medición 2			
3. Medición 3			
RESPONSABLE DEL REGISTRO			
Nombres:			
Fecha:			
Firma:			

Lima, 21 de junio de 2021



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111711

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO I
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero agrónomo**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos**
 1.5. Autores del Instrumento: **Acuña García Madali y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 21 de junio de 2021



 Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
 CIP N° 38103

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO I
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero agrónomo**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros para la elaboración de biogás**
 1.5. Autores del Instrumento: **Acuña García Madali y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90 %


Dr. RUBEN MUNIVE CERRON CIP N° 38103

Lima, 17 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero agrónomo**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Producción de biogás**
 1.5. Autores del Instrumento: **Acuña García Madali y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
.....

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 21 de junio de 2021



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON CIP N° 3810

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO II



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Acuña García Madalí y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

LUIS FOGAR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 118711

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HÓLQUIN ARANDA LUIS**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros para la elaboración de biogás**
 1.5. Autores del instrumento: **Acuña García Medali y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%



LUIS F. ARANDA
HÓLQUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 514711

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y Nombre: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Producción de biogás**
 1.5. Autoría del Instrumento: **Acuña García Madali y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

x
—

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%



LUIS HOLGUIN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. Nº 111211

Lima, 26 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO III



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cantidad de estiércol de cuy y residuos orgánicos**
 1.5. Autores del instrumento: **Acuña García Madali y Reyes Durrías Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MIRIAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
—

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

DNI: 06447368

Lima, 18 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros para la elaboración de biogás**
 1.5. Autora del instrumento: **Acaña García Madal y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
—

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

98%


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447008

Lima, 18 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Producción de biogás**
 1.5. Autores del instrumento: **Acuña García Madal y Reyes Dueñas Cecilia Beatriz**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta relacionado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

98%


 Juan Julio Ordóñez Galvez
 DNI: 08447304

Lima, 18 de junio de 2021