

**PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE ESTIÉRCOL DE CUY, POLLO Y CERDO EN EL DISTRITO DE INCLÁN**  
**BIOGAS PRODUCTION FROM GUINEA PIG, CHICKEN, AND PIG MANURE IN THE INCLÁN DISTRICT**

**Autor:** <sup>1</sup>Yenny Rosalia Tancara Montoya.

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-0491-2150>

<sup>1</sup>E-mail de contacto: [yenny.tancara@unjbg.edu.pe](mailto:yenny.tancara@unjbg.edu.pe)

Afiliación: <sup>1</sup>\*Universidad Nacional Jorge Basadre de Tacna, (Perú).

Artículo recibido: 3 de julio del 2025

Artículo revisado: 5 de julio del año

Artículo aprobado: 15 de julio del 2025

<sup>1</sup>Estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre de Tacna, (Perú).

### Resumen

La investigación tuvo por objetivo evaluar la producción de biogás a partir de estiércol de cuy, pollo y cerdo, en condiciones ambientales. El área de estudio se desarrolló en el Anexo Proter, distrito de Inclán, provincia de Tacna. En cuanto a la metodología se aplicó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. En el tratamiento de datos se usó el programa estadístico Statgraphics, aplicando el Análisis de Varianza y la Prueba de Rango Múltiple de Tuckey, a un 95% de nivel de confianza. Se diseñó 9 biodigestores de tipo discontinuo, utilizando estiércol fresco, con una relación de agua de 1 a 2 para cada tratamiento. Se obtuvo como resultados, un volumen de biogás de producido en un periodo de 42 días, para el tratamiento 1 (estiércol de cuy) 2.4L, tratamiento 2 (estiércol de pollo) 4.1L y tratamiento 3 (estiércol de cerdo) 3.6L, obteniéndose diferencias significativas entre los tres tratamientos, con una temperatura ambiente promedio de 21.7°C. En conclusión, es posible producir biogás con estiércol mediante la digestión anaerobia, el tratamiento de estiércol de pollo resulta más eficiente, con una producción de biogás de 4.1L, pH de 7.50 y temperatura de 23.4 en la sexta semana. Así mismo, existe una relación directamente proporcional entre la producción de biogás y el pH, en la investigación se obtuvo un pH entre el 6.99 y 7.51 en los distintos tratamientos.

**Palabras clave:** Biogás, Estiércol, Biomasa Biodigestor, pH, Temperatura.

### Abstract

The objective of this research was to evaluate the production of biogas from guinea pig, chicken, and pig manure under ambient conditions. The study area was located in the Proter Annex, Inclán district, Tacna province. Regarding the methodology, a Completely Randomized Design (CRD) was applied with three treatments and three replications. For data analysis, the Statgraphics statistical software was used, applying Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's Multiple Range Test at a 95% confidence level. A total of 9 batch-type biodigesters were designed, using fresh manure with a water-to-manure ratio of 1:2 for each treatment. As a result, the biogas volume produced over a 42-day period was 2.4 L for treatment 1 (guinea pig manure), 4.1 L for treatment 2 (chicken manure), and 3.6 L for treatment 3 (pig manure), with significant differences found among the three treatments. The average ambient temperature was 21.7°C. In conclusion, it is possible to produce biogas from manure through anaerobic digestion. The chicken manure treatment proved to be the most efficient, yielding 4.1 L of biogas, with a pH of 7.50 and a temperature of 23.4°C in the sixth week. Additionally, a directly proportional relationship was observed between biogas production and pH, with values ranging from 6.99 to 7.51 across the different treatments.

**Palavras-chave:** Biogas, Manure, Biomass Biodigester, pH, Temperature.

### **Sumário**

A pesquisa teve como objetivo avaliar a produção de biogás a partir de esterco de porquinho-da-índia (cuy), frango e porco, em condições ambientais. A área de estudo foi desenvolvida no Anexo Proter, distrito de Inclán, província de Tacna. Quanto à metodologia, foi aplicado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três tratamentos e três repetições. Na análise dos dados, foi utilizado o programa estatístico Statgraphics, aplicando-se a Análise de Variância e o Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, com um nível de confiança de 95%. Foram projetados 9 biodigestores do tipo descontínuo, utilizando esterco fresco, com uma proporção de água de 1 para 2 para cada tratamento. Como resultado, obteve-se um volume de biogás produzido em um período de 42 dias, sendo: tratamento 1 (esterco de cuy) 2,4 L; tratamento 2 (esterco de frango) 4,1 L; e tratamento 3 (esterco de porco) 3,6 L, observando-se diferenças significativas entre os três tratamentos, com temperatura ambiente média de 21,7°C. Conclui-se que é possível produzir biogás a partir de esterco por meio da digestão anaeróbia, sendo o tratamento com esterco de frango o mais eficiente, com uma produção de biogás de 4,1 L, pH de 7,50 e temperatura de 23,4°C na sexta semana. Além disso, observou-se uma relação diretamente proporcional entre a produção de biogás e o pH, variando entre 6,99 e 7,51 nos diferentes tratamentos.

**Palavras-chave: Biogás, Esterco, Biomassa, Biodigestor, pH, Temperatura.**

### **Introducción**

El crecimiento de la humanidad de los últimos tres siglos acrecienta la crisis energética y disponibilidad asociada al uso masivo de los combustibles fósiles. Actualmente el 80% de energía que usa el mundo son combustibles fósiles (González, 2021). El sector ganadero es responsable del 12 % del dióxido de carbono

(CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), producto del residuo de estiércol del ganado, esta actividad impacta en medio ambiente (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023). Actualmente, tanto la crisis energética y los gases de efecto invernadero son problemáticas ambientales. Por ello, la producción de biogás se presenta como una solución ambiental sostenible. El manejo adecuado del estiércol especialmente en zonas rurales puede contribuir significativamente a la producción de biogás. Así mismo, el biogás se compone principalmente en relación a volumen de dióxido de carbono (25% a 40%) y metano (50% a 75%), producto de la digestión anaeróbica (Berreda, et al., 2022)

La digestión anaerobia de la biomasa es un proceso biológico en el que distintos tipos de microorganismos, como bacterias fermentativas y acetogénicas, junto con arqueas metanogénicas, descomponen la materia orgánica en condiciones sin oxígeno, generando metano y dióxido de carbono como productos finales (Ochieng et al., 2023). El metabolismo microbiano depende por varios factores que deben ser regulados para asegurar una eficiente digestión anaerobia. Entre los principales parámetros a controlar se encuentran el pH, tiempo de retención, demanda química de oxígeno (DQO), sólidos totales y volátiles, temperatura, concentración del sustrato, cantidad de biomasa, tamaño de las partículas del sustrato y la relación entre sustrato e inóculo (Castro et al., 2020).

Barrena et al., (2022) evaluó la producción de biogás y fertilizantes orgánicos a partir del estiércol de vaca utilizando una combinación de estiércol y agua en una proporción de 1 parte de estiércol por cada 5 partes de agua. Durante casi un mes, el agua se mantuvo en el sistema a una temperatura media de 14,4 °C, y un pH de 7,6. Según (Acosta, 2019) en su investigación indica la relación al excremento de cerdo, con un contenido del 14.66 % de humedad, un 36.80 % de

cenizas, un 78.15 % de materia orgánica, un 43.42 % de carbono, un 1.93 % de nitrógeno, una relación C: N de 22.49 y un 85.48 % de sólidos totales. La producción de biogás durante la fermentación anaerobia se favorece con la temperatura, el rango de pH ideal es de 6.0 – 8.0 (Varnero, 2011). Así mismo, la producción de biogás es más eficiente con estiércol fresco que con estiércol seco, la relación por metro cubico va de 1.20 para el estiércol fresco y 0.75 para estiércol seco (Amante et al., 2019). Biodigestor es un contenedor cerrado donde se realiza la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, que en ausencia de aire se produce biogás (Reyes y Pérez, 2019)

Según Pérez (2017) los animales de edad avanzada, una vez que han dejado de crecer, absorben solo las cantidades requeridas para compensar las pérdidas y producen estiércoles más ricos en componentes fertilizantes. En ese contexto, la producción de estiércol diaria del cerdo entre un rango de 3 kg a 3.5 kg, el pollo entre un rango de 0.08 kg a 0.12 kg, el cuy en un rango de 0.02 kg a 0.03kg. (Vásquez, 2018). El proceso de digestión anaerobia genera 1 m<sup>3</sup> de biogás equivale a la energía de aproximadamente 0,65 m<sup>3</sup> de gas natural (asumiendo que el biogás tiene una concentración media de metano del 65%) (Suárez, 2023). El distrito de Inclán se basa su economía en actividades de ganadería y agricultura. Por ello la materia prima de la presente investigación estiércol de cuy, pollo y cerdo, se encuentra a disponibilidad (Proyecto Especial Tacna, 2022). Por ello, la producción de biogás permite a los ganaderos la valoración de estiércol. Además de reducción de costos energéticos considerando que se producirá biogás como energía renovable, Atrapar el metano y usarlo como energía ayuda a disminuir las emisiones de gases que causan el efecto invernadero.

### **Materiales y Métodos**

Tipo de investigación cuantitativo, ya que se centra en cuantificar la recopilación y el análisis de datos. Nivel de investigación aplicativo, diseño de investigación experimental evaluando la producción de biogás a partir de estiércol de cuy, pollo y cerdo en un periodo de 42 días. La población conformada por el estiércol de cuy, pollo y cerdo generadas en la zona ganadera del valle de Inclán. La recolección de la muestra del estiércol de cuy, pollo y cerdo fue de 2 kg por cada tratamiento. Los cuales fueron obtenidos directamente de la granja ubicada en Sama Proter, distrito de Coronel José Joaquín Inclán, provincia de Tacna. El muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, y la técnica de análisis de datos empleada. Se aplicó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Para el tratamiento de datos se usó el programa estadístico Statgraphics, aplicando el Análisis de Varianza y la Prueba de Rango Múltiple de Tuckey, a un 95% de nivel de confianza, a fin de identificar que tratamiento produce más biogás.

Se tomó como referencia la metodología (Reyes & Pérez, 2019) a menor escala. Cada prototipo de biodigestor se elaboró con envase de plástico de 7L, para la conexión a la cámara de llanta donde se almacenó el biogás se utilizó, llaves de paso de ½", gomas de seguridad, adaptador de tanque de ½", 1.5 m de manguera para riego tecnificado de ½" y cinta teflón ½", este modelo representa en tamaño de menor escala al Biodigestor de Flujo Discontinuo. Por cada tratamiento la relación de mezcla estiércol y agua fue 1:2; es decir 2L de estiércol fresco a fin de activar el proceso de fermentación y 4L de agua (Ver figura 2). Durante el proceso de producción de biogás se monitoreo por 42 días (19 de abril hasta el 30 de mayo), la medición de la temperatura se desarrolló a

condiciones ambientales, pH con un pH-metro y el volumen de la cámara por medio del Principio de Arquímedes, el desplazamiento de líquidos el cual consiste en sumergir un cuerpo a un recipiente con agua y el volumen que aumenta el agua es el volumen del cuerpo sumergido. Así mismo, en el día 28 se debe mover el biodigestor a fin que la mezcla se homogenice. Todos los datos fueron registrados en la ficha de evaluación. Todo el procedimiento y control de parámetros de los tratamientos se desarrollaron en Sama Proter, tal como indica la figura 1.



**Figura 1.** Mapa de ubicación

### Resultados y Discusión

Se diseño 9 biodigestores mediante el Modelo del biodigestor de Flujo Discontinuo (ver figura 2).



**Figura 2.** Biodigestores con los tres tratamientos y tres repeticiones

La eficiencia de producción de biogás se evaluó diariamente en un periodo de 42 días, considerando los tres tratamientos (estiércol de cuy, pollo y cerdo) con sus tres repeticiones. En la Tabla 1 se observa los valores iniciales de la muestra de estiércol fresco por cada tratamiento,

considerando una temperatura ambiente de 23.2°C.

**Tabla 1.** Composición inicial

Tratamientos	pH	Cantidad (Kg)
Tratamiento 1 (cuy)	6.10	2
Tratamiento 2 (pollo)	7.20	2
Tratamiento 3 (cerdo)	6.36	2

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se muestra el análisis de varianza para comparar la producción de biogás en relación al volumen con los tres tratamientos. Resultando que el  $p\text{-valor} < 0.05$ , existiendo diferencia estadísticamente significativa entre las medias del volumen (L) y los tratamientos, con un nivel de confianza del 95.0%.

**Tabla 2.** Análisis de varianza para el volumen de biogás por tratamiento

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Entre grupos	4.68	2	2.34	123.94	0.0000
Intra grupos	0.11	6	0.02		
Total	4.79	8			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparar el volumen de biogás obtenido entre los tratamientos. Debido a que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados indican que el tratamiento 2 (T2) presentó un valor promedio de 3.50L

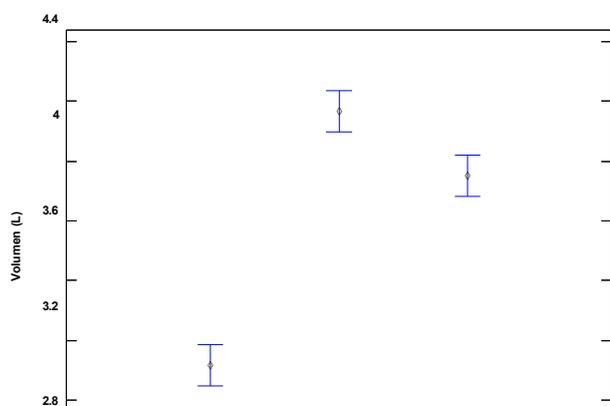
**Tabla 3.** Prueba de Rango Múltiple de Tuckey para el volumen de biogás por tratamiento

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1 (estiércol cuy)	3	2.23	a
T2 (estiércol pollo)	3	3.50	b
T3 (estiércol cerdo)	3	3.93	c

Fuente: elaboración propia

En la figura 3 muestra la diferencia significativa entre los tres tratamientos (estiércol de cuy, pollo y cerdo) en relación al volumen de biogás

producido. Sin embargo, el tratamiento 2 (T2) presenta valores más altos.



**Figura 3:** Prueba de Rango Múltiple de Tuckey para el volumen de biogás por tratamiento

En la tabla 4 se muestra el análisis de varianza para comparar la producción de biogás en relación al pH con los tres tratamientos (estiércol de cuy, pollo y cerdo). Resultando que el  $p$ -valor $<0.05$ , existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del pH y los tratamientos, con un nivel de confianza del 95.0% y un coeficiente de variabilidad (Cv) de 4.61%.

**Tabla 4.** Análisis de varianza para el pH de biogás por tratamiento

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Entre grupos	0.80	2	0.40	14.37	0.005
Intra grupos	0.17	6	0.03		
Total	0.97	8			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 5 se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p<0,05$ ) para comparar el volumen de biogás obtenido entre los tratamientos. Debido a que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados indican que el tratamiento 1 (T1) presentó un valor promedio con 7.19, estadísticamente similar al del tratamiento 2 (T2), que registró un valor promedio de 7.47. En contraste, el tratamiento 3 (T3) alcanzó un pH promedio valor de 7.91, siendo este el valor más

alto, existiendo diferencia significativa con el T1 y T2.

**Tabla 5.** Prueba de Rango Múltiple de Tuckey para el pH de biogás por tratamiento

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1 (estiércol cuy)	3	7.19	a
T2 (estiércol pollo)	3	7.47	a
T3 (estiércol cerdo)	3	7.91	b

Fuente: elaboración propia

En la tabla 6 se muestra el análisis de varianza para comparar la producción de biogás en relación a la temperatura con los tres tratamientos (estiércol de cuy, pollo y cerdo). Resultando que el  $p$ -valor $<0.05$ , existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la temperatura y los tratamientos, con un nivel de confianza del 95.0% y un coeficiente de variabilidad (Cv) de 5.41%.

**Tabla 6.** Análisis de varianza para la temperatura de biogás por tratamiento

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Entre grupos	8.06	2	4.03	8.08	0.02
Intra grupos	2.99	6	0.50		
Total	11.05	8			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 7 se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p<0,05$ ) para comparar el volumen de biogás obtenido entre los tratamientos. Debido a que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados indican que el tratamiento 2 (T2) presentó un valor promedio mayor con 23.03°C, existiendo diferencia con el tratamiento 1 y tratamiento 2. Sin embargo; existe estadísticamente similitud entre el tratamiento 3 (T3), que registró un valor promedio de 21.30 °C y el tratamiento 1 (T1) alcanzó una temperatura promedio de 20.83 °C.

**Tabla 7.** Prueba de Rango Múltiple de Tuckey para la temperatura de biogás por tratamiento

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1 (estiércol cuy)	3	20.83	a
T3 (estiércol cerdo)	3	21.30	a
T2 (estiércol pollo)	3	23.03	b

Fuente: elaboración propia

Osejos et al., (2018) indica que un período de 20 días es óptimo para lograr una digestión anaerobia eficiente. Además, cada cerdo genera diariamente 4 kilogramos de excremento fresco, lo que equivale a una producción de 0,33 metros cúbicos de biogás útil al día por animal. En relación al biodigestor, se empleó una combinación de estiércol y agua en proporción 1:1. A diferencia de Valdez y Lozano (2023) en su investigación indica que al combinar excremento de vaca y de cuy en 40 litros de agua con 32 litros de excremento, utilizando 2.5 kilogramos de vaca y 2.0 kilogramos de cuy en tres ocasiones, se logró producir biogás de manera efectiva. Con pH promedio es de 7,60 y temperatura promedio es 26,91°C. Según Pumasupa (2024), el estiércol de cuy que presenta una temperatura media de 34.8°C, 7.1 pH y 38.6% de humedad. El volumen de biogás obtenido es menor a comparación de las investigaciones de referencia, esto se debe al prototipo que se desarrolla en la presente investigación es a menor escala; sin embargo guarda la relación que a mayor temperatura y el pH medido durante el proceso se tuvo una variación entre 6 y 7.52 valores que son óptimos según (Varnero, 2011) en el Manual del Biogás donde recomienda que no se sobrepasen los valores de 6 y 8, ya que a pH más ácidos podría producirse biogás pobre en metano, sin embargo, a pH más básicos hay una mejor producción de biogás rico en metano, este último dato concuerda con lo mencionado por (Reyes y Pérez, 2019).

### **Conclusiones**

Se diseñó y construyó un biodigestor. Logrando producir biogás por medio de digestión anaerobia a partir de tratamientos de estiércol de cuy, pollo y cerdo. Todos los

tratamientos con una relación 1:2 de estiércol y agua. El estiércol de pollo presenta mayor eficiencia en la producción de biogás con un volumen de

3.50 L, seguida por el estiércol chancho con 3.93 L y por último el estiércol de cuy 2.23L. En el caso del estiércol de pollo, se registró que en el día 18 se logró obtener biogás; sin embargo, el mejor rendimiento se logró el día 35, esto se comprobó por medio de la combustión del biogás presentando una llama de coloración azul. La temperatura y pH tienen influencia en la producción de biogás, considerando que el tratamiento de estiércol de pollo inicial tuvo un pH 7.20 y dentro de los 42 días de monitoreo se mantuvo con un pH promedio de 7.55. A diferencia que el tratamiento de cerdo tuvo un pH promedio de 7.91 siendo muy alto. Teniendo en consideración que, a mayor pH, resulta más ácidos y podría producirse biogás pobre en metano.

### **Referencias Bibliográficas**

- Acosta, R. (2019). Características físicas, químicas, microbiológicas y efectividad agronómica del abono líquido biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6031>
- Amante, A., Martínez, R., Rossel, D., Pimental, J., García, J., & Gómez, A. (2019). *Digestión anaerobia de estiércol de ovino para producir biogás y bioabono*. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agrop/roductividad/article/view/1201/1127>
- Berreda, J., Ancco, M., Núñez, A., Aguirre, C., Tejada, K., & Pacheco, G. (2022). *Co-Digestión de Tres Tipos de Estiércol (Vaca, Cuy y Cerdo) para Obtener Biogás en el Sur del Perú*. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2313-29572022000300174](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000300174)
- Castro, R., Vanesa, C., Solís, M., & Aída Solís. (2020). *Producción de biogás mediante codigestión de estiércol bovino y residuos de*

- cosecha de tomate (Solanum lycopersicum L.)*.  
[https://www.researchgate.net/publication/343373585\\_produccion\\_de\\_biogas\\_mediante\\_codigestion\\_de\\_estiercol\\_bovino\\_y\\_residuos\\_de\\_cosecha\\_de\\_tomate\\_Solanum\\_lycopersicum\\_L](https://www.researchgate.net/publication/343373585_produccion_de_biogas_mediante_codigestion_de_estiercol_bovino_y_residuos_de_cosecha_de_tomate_Solanum_lycopersicum_L)
- Ochieng, E., Kiplimo, R., & Mutwiwa, U. (2023). *Optimización de los parámetros de digestión anaeróbica para la producción de biogás a partir de residuos de piña codigeridos con desechos ganaderos*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023012483>
- Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2023). El metano en la ganadería, de villano a héroe. <https://www.fao.org/republica-dominicana/noticias/detail-events/es/c/1675383/>
- Osejos, M., Merino, M., & Gómez, A. (2018). Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA Jipijapa – Ecuador.  
[https://www.researchgate.net/publication/336003185\\_Produccion\\_de\\_biogas\\_con\\_estiercol\\_de\\_cerdo\\_a\\_partir\\_de\\_un\\_biodigestor\\_en\\_la\\_Granja\\_EMAVIMA\\_Jipijapa\\_-\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/336003185_Produccion_de_biogas_con_estiercol_de_cerdo_a_partir_de_un_biodigestor_en_la_Granja_EMAVIMA_Jipijapa_-_Ecuador)
- Pérez, J. (2017). Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (*Cavia porcellus*).  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25395/1/Tesis157%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20479.pdf>
- Proyecto Especial Tacna (PET). (2022). Estudio de factibilidad mejoramiento del sistema de distribución de los sectores de riego Tomasiri - Las Yaras, distrito, Inclán- Sama – Tacna.
- Pumasupa, W. (2024). *Influencia de tres tipos de estiércoles sobre los parámetros fisicoquímicos del compost generado junto con residuos orgánicos en el distrito de Sama, Las Yaras, Tacna 2023*. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/17126/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Pumasupa\\_Mamani\\_2024.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/17126/1/IV_FIN_107_TE_Pumasupa_Mamani_2024.pdf)
- Reyes, E., & Pérez, E. (2019). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de las excretas de ganado, caballo, cerdo y gallinaza para la generación de biogás.  
<https://www.camjol.info/index.php/FAREM/article/view/8474>
- Suarez, F. (2023). *producción de biogás por kg de materia orgánica utilizado en el proceso de biodigestión*. Obtenido de <https://www.suez.com/es/aire-espana/noticias/produccion-biogas-kg-materia-organica>
- Valdez, Y., & Lozano, D. (2023). Producción de biogás mediante combinación de estiércolvacuno y de cuy en la región Moquegua.  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14035/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Valdez\\_Lozano\\_2023.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14035/1/IV_FIN_107_TE_Valdez_Lozano_2023.pdf)
- Varnero M (2011). Manual del biogás. Editado por Ministerio de Energía de Chile.  
<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
- Vásquez, I. (2018). *Dosis de cuyinasa en la fertilización de maralfalfa (Pennisetum sp) y época de cosecha al segundo corte, en el Distrito y provincia de Cutervo - Región Cajamarca*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4120>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Yenny Rosalia Tancara Montoya.

