

BLADIMIR MAMANI

Articulo oficial_formato CRAI_Final.docx

 My Files My Files Universidad Peruana Union

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::29566:483784953

Fecha de entrega

15 ago 2025, 12:28 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 ago 2025, 12:58 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Articulo oficial_formato CRAI_Final.docx

Tamaño de archivo

3.9 MB

33 Páginas

5622 Palabras

30.286 Caracteres

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 5% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.upeu.edu.pe:8080	<1%
2	Internet	rodin.uca.es	<1%
3	Trabajos entregados	upeu on 2025-01-27	<1%
4	Internet	repositorio.upct.es	<1%
5	Internet	www.researchgate.net	<1%
6	Internet	repositori.uji.es	<1%
7	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	<1%
8	Internet	docplayer.es	<1%
9	Internet	repositorio.ipicyt.edu.mx	<1%
10	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
11	Internet	repository.usta.edu.co	<1%

12	Publicación	Janaina Sánchez García. "Desarrollo y caracterización de nuevas harinas de lentej...	<1%
13	Trabajos entregados	Universidad Peruana Union on 2023-10-18	<1%
14	Internet	ri.uaemex.mx	<1%
15	Internet	sedici.unlp.edu.ar	<1%
16	Publicación	Vargas Maron, Jose Antonio. "Producción de metano por biodigestión de residuos...	<1%
17	Internet	repositorio.unbosque.edu.co	<1%
18	Trabajos entregados	tec on 2019-04-06	<1%
19	Internet	www.dominiodelasciencias.com	<1%
20	Internet	www.scielo.org.mx	<1%
21	Internet	www.somers-ac.org	<1%
22	Internet	literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080	<1%
23	Internet	noesis.uis.edu.co	<1%
24	Internet	repositorio.unamad.edu.pe	<1%
25	Trabajos entregados	upeu on 2024-11-18	<1%

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-
digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en
los Andes Peruanos**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Bladimir Luis Mamani Miranda
Riky Maycohol Choquepata Ramos

Asesor:

Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera

Juliaca, agosto de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DE ESTIÉRCOL DE LLAMA Y ALPACA POR CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA COMO RECURSO DE BIOENERGÍA SOSTENIBLE EN LOS ANDES PERUANOS”** de los autores **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos** tienen un índice de similitud de 6% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 15 días del mes de agosto del año 2025.



Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 24 día(s) del mes de julio del año 2025 siendo las 12:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Enrique Mamani Buca el (la) secretario(a): Msc. Loayda Abigail Condori Turpo y los demás miembros: Dr. Mateo Alejandro Salinas Msc. Ing. Verónica Haydee Pari Mamani y el (la) asesor(a) Msc. Juan Eduardo Vigo Rivera

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos"

del(los) bachiller(es): a) Bladimir Luis Mamani Miranda b) Riky Maycol Choquepata Ramos c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental (Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Bladimir Luis Mamani Miranda

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Riky Maycol Choquepata Ramos

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente/a
[Firma]
Asesor/a
[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretario/a
[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (c)

AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud, reconocemos primero a Dios por su guía y bendiciones, fundamento de nuestro crecimiento personal y profesional.

Dedicamos este logro a nuestras familias: padres (Agustín Choquepata, Primitivo Mamani y Milagros Miranda), por su amor incondicional, apoyo material y emocional, y palabras de aliento en momentos cruciales.

Agradecemos a la Universidad Peruana Unión por su sólida formación académica, respaldo institucional y acceso a laboratorios, recursos indispensables para esta investigación.

Reconocemos especialmente a nuestro Asesor por su orientación experta, y al Ing. Glen Madrigal por sus valiosas enseñanzas y guía técnica como evaluador.

Este logro es fruto colectivo de fe, amor y conocimiento. A todos quienes hicieron posible este camino, nuestra eterna gratitud.

Bladimir Luis Mamani Miranda – Riky Maycohol Choquepata Ramos

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1. Sustrato e inóculo	14
2.2. Pruebas experimentales	15
2.3. Métodos analíticos	17
2.4. Cálculo del potencial de energía del biogás	18
2.5. Análisis estadístico y software para gráficos	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
3.1. Impacto de la co-digestión de estiércol de llama y alpaca en la producción de biogás	19
3.2. Cambios en pH, AGV y AT	22
3.3. Potencial de energía de la CoDA de estiércol de alpaca y llama	23
4. CONCLUSIONES	25
5. REFERENCIAS	26
ANEXOS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de EA, ELL e inóculo.....	15
Tabla 2. Prueba de Anova de un Factor.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equipo de medición para realizar las pruebas PBM	16
Figura 2. Producción acumulada de Metano de las distintas mezclas.....	21
Figura 3. Producción de mL CH ₄ /g SV diaria	22
Figura 4. Parámetros pH, AGV y AT que influyen directamente el proceso de DA.....	23
Figura 5. Potencial energético del proceso de CoDA.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Evidencia de Sumisión de artículo en la revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental	30
Anexo 2. Copia de la resolución de inscripción del perfil del proyecto de tesis	31
Anexo 3. Copia de la resolución de paso 2 del proyecto de tesis.....	32
Anexo 4. Copia de la resolución de paso 3 del proyecto de tesis.....	33

Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos

RESUMEN

La tecnología de digestión anaerobia ha tomado gran importancia debido a su contribución a la gestión de residuos y generación de bioenergía. El objetivo de esta investigación fue evaluar la co-digestión anaerobia de estiércol de alpaca y llama provenientes de los andes peruanos. El potencial de producción de biogás y potencial de energía se obtuvieron mediante las pruebas de potencial bioquímico de metano (PBM) en biorreactores batch desarrollados a diferentes mezclas de estiércol: 100% alpaca, 25% alpaca – 75% llama, 50% alpaca – 50% llama, 75% alpaca – 25% llama y 100% llama, en base al peso fresco. El mejor rendimiento de la co-digestión anaerobia se observó para el tratamiento 25% alpaca – 75% llama, donde la producción de metano fue de 281.27 ± 18.66 mL CH₄/g SV. El proceso de co-digestión de estiércol de alpaca-llama resultó en un incremento de 25% respecto a la mono-digestión de llama, y en un 77% respecto a la prueba mono-digestión de alpaca. En cuanto al potencial energético, se logró obtener hasta 0.89 kWh/kg para la mezcla 25% alpaca – 75% llama. De este modo, la co-digestión de estiércol de alpaca y llama puede ser considerado como una tecnología prometedora para la gestión adecuada de estiércoles generados en los andes peruanos.

Palabras clave: *digestión anaerobia, biogás, estiércol, energía renovable.*

Biogas production from llama and alpaca manure by anaerobic co-digestion as a sustainable bioenergy resource in the Peruvian Andes

ABSTRACT

Anaerobic digestion technology has gained great importance due to its contribution to waste management and bioenergy generation. The objective of this research was to evaluate the anaerobic co-digestion of alpaca and llama manure from the Peruvian Andes. The biogas production and energy potential were obtained through biochemical methane potential (BMP) tests in batch bioreactors developed with different manure mixtures: 100% alpaca, 25% alpaca - 75% llama, 50% alpaca - 50% llama, 75% alpaca - 25% llama, and 100% llama, on a fresh weight basis. The best anaerobic co-digestion performance was observed for the 25% alpaca - 75% llama treatment, where methane production was $281.27 \pm 18.66 \text{ mL CH}_4/\text{g VS}$. The alpaca-llama manure co-digestion process resulted in a 25% increase compared to the llama mono-digestion process and a 77% increase compared to the alpaca mono-digestion process. Regarding energy potential, up to 0.89 kWh/kg was achieved for the 25% alpaca-75% llama mixture. Thus, the co-digestion of alpaca and llama manure can be considered a promising technology for the proper management of manure generated in the Peruvian Andes.

Keywords: *anaerobic digestion, biogas, manure, renewable energy.*

1. INTRODUCCIÓN

Cada año, se generan grandes cantidades de residuos agrícolas, ganaderos, industriales, etc. los cuales, si no son gestionados adecuadamente pueden causar problemas ambientales (Mosadegh et al., 2022). La digestión anaerobia (DA) es una tecnología adecuada para la gestión sostenible de residuos orgánicos, especialmente en áreas rurales de países en desarrollo (Ferrer et al., 2011). Esta tecnología transforma los residuos orgánicos en energía (biogás) y fertilizante orgánico (digestato) (Tavera-Ruiz et al., 2023). Los estiércoles de ganado tienen gran potencial energético que podrían ser tratados mediante la DA.

En los andes peruanos, aproximadamente el 92% de la población vive en zonas rurales donde no tienen acceso a fuentes de energía convencionales y/o combustibles para cocinar (Martí-Herrero et al., 2015). En zonas rurales de los andes peruanos, donde gran parte de la población depende de la ganadería, la gestión del estiércol de ganado representa un desafío significativo. En la región andina de Perú, cuya altitud oscila entre los 3000 a 4500 msnm, la producción de ganado es realizado con especies domesticas como llama, alpaca, oveja, vaca, etc. La Llama y alpaca son fundamentales para la economía rural por su fibra y carne (Marca et al, 2019). Perú se destaca como el principal productor mundial de alpacas, con una población de 3,685,516 animales aproximadamente, representando el 87% de la población mundial de esta especie (INEI, 2013). La mayor concentración se encuentra en la región de Puno (39.6%), Cusco (14.7%) y Arequipa (12.7%). Del mismo modo, la llama también desempeña un papel importante en la economía de la región. Desde el último censo realizado en 2013, se contabilizo aproximadamente 737,947 Llamas en el Perú, su crianza se desarrolla por encima de los 4000 msnm (INEI, 2013).

Los estiércoles generados por la Alpaca y Llama son gestionados mediante prácticas tradicionales, entre estas prácticas, el estiércol se utiliza como combustible

(bosta) para la cocción de alimentos y como fuente de calefacción (Poma et al., 2024).

3 Esta práctica genera emisiones en el interior de las viviendas creando un ambiente peligroso por el humo acumulado, provocando problemas respiratorios para las personas. Los estiércoles también se utilizan directamente en el suelo como abono natural en los cultivos (Dhaliwal et al., 2023). Sin embargo, la aplicación directa puede conllevar riesgos en los cultivos porque el estiércol contiene elevados compuestos nitrogenados amoniacales y ácidos orgánicos. Frente a estos problemas, es fundamental buscar soluciones para la gestión adecuada del estiércol que ofrezcan oportunidades para mejorar la calidad de vida en zonas rurales (Zeng et al., 2023). En este contexto, la DA se presenta como una alternativa viable para mitigar la contaminación relacionada con la disposición de estiércol de ganado al aire libre, al mismo tiempo ofrece una opción para la generación de bioenergía (Alvarez y Lidén, 2009).

Generalmente la Alpaca y Llama son criados juntos, esto implica la gestión simultanea de los estiércoles de Alpaca y Llama mediante el proceso conocido como Co-digestión anaerobia (CoDA), es decir, combinar ambos estiércoles para el proceso de DA. La CoDA puede ayudar a mejorar la producción de biogás ya que optimiza el balance de nutrientes y facilita el trabajo equilibrado de los microorganismos involucrados en el proceso de DA (Castro-Rivera et al., 2020), y así disminuye el riesgo de acidificación (Onwosi et al., 2022). Existen muy pocos estudios en DA y CoDA de estiércoles de Alpaca y Llama. En la investigación realizada por (Alvarez y Lidén, 2009), analizaron las producciones de metano de mezclas de estiércol de llama, oveja y bovino, reportando producciones en el rango de 0.07 – 0.14 m³ CH₄/kg SV. De igual manera Martí-Herrero et al., (2015) evaluó la CoDA de estiércol bovino y de llama mezclado con estiércol de oveja en condiciones psicrófilas, los resultados mostraron que la CoDA de estiércol de llama y oveja resulto en una disminución del 50% respecto a la mono-

digestión de estiércol de llama. Wei et al., (2014) evaluó la producción de metano de estiércoles de llama y vicuña mediante pruebas de potencial bioquímico de metano (PBM) obteniendo producciones de 376.08 ml de CH₄/g SV para estiércol de llama y 290 ml CH₄/g SV para estiércol de vicuña.

10 Debido a que existe muy poca información disponible respecto a la CoDA de los estiércoles de Alpaca y Llama, especialmente en la región andina. El objetivo de esta investigación es evaluar la co-digestión anaerobia de estiércol de Alpaca y Llama mediante pruebas PBM. Además, este estudio se enfoca en evaluar en términos de energía, la aplicación del proceso de DA en una granja localizada en la región de Puno, Perú, conocidos por ser los mayores productores de Alpaca y Llama a nivel mundial. Entonces, por medio de un análisis energético se estimará la autosuficiencia energética de la granja.

Ante la creciente preocupación por el agotamiento de los combustibles fósiles, la investigación científica ha impulsado el desarrollo de biocombustibles a partir de biomasa renovable como alternativa sostenible para mitigar el impacto ambiental y satisfacer las demandas energéticas en sectores rurales y urbanos (Singh et al., 2023).

Cabe destacar que, el biogás no puede transformarse químicamente en propano debido a las diferencias estructurales entre sus compuestos base, aunque puede ser refinado a biometano para usos energéticos similares (Ryckebosch et al., 2011).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

25 Esta investigación se realizó utilizando como sustratos estiércol de Alpaca y Llama, con el propósito de determinar el efecto de distintas mezclas de estos estiércoles sobre la DA. El estiércol de Alpaca y Llama fueron recolectados de una granja ubicado en la región de Crucero, Puno (zona sur de los andes peruanos), en coordenadas UTM 396503 E 8413022 S, con una altitud de 4131 msnm y temperatura promedio de 9 °C.

La granja cuenta con 120 cabezas de Alpacas y 50 cabezas de Llamas. El método de pastoreo es semi-estabulado, el ganado está en campo pastando durante el día desde las 7 am hasta las 5 pm, y luego son devuelto a sus establos con el propósito de mantenerlos aislados del frio extremo, pues la temperatura puede llegar hasta - 13 °C durante la noche más fría. Durante el horario de pastoreo, ambas especies suelen pastar juntas, pero muchas veces las alpacas se trasladan a zonas de bofedales donde encuentran pastos con alto contenido de nitrógeno, y las llamas se van hacia zonas más elevadas donde encuentran pastos con alto contenido de carbono. Cada animal genera al día en promedio 1.5 kg de estiércol.

En toda la granja se estaría generando cada día 255 kg estiércol, destinando una parte principalmente como combustible para cocinar. Sin embargo, esta práctica provoca un ambiente peligroso dentro de las viviendas por la generación y acumulación de humo dentro de las viviendas (Ni et al., 2020). El único acceso hacia la granja es por caminos terciarios, el cual limita la provisión de energía.

2.1. Sustrato e inculo

Los sustratos para el proceso de CoDA fueron estiércoles frescos de alpaca (EA) y llama (ELL). Las muestras de estiércol se recolectaron en bolsas de cierre hermético y transportados al laboratorio en contenedores refrigerados. En laboratorio, las muestras se trituraron con una trituradora domestica (BOSCH), luego el producto resultante se selló en bolsas de plástico de cierre hermético y almacenadas a 5 °C hasta su uso. El tiempo de almacenamiento no fue más de 7 días.

El inculo se obtuvo de un biodigestor tubular instalado en la ciudad de Juliaca, Puno, alimentado con estiércol bovino. Se recolecto una muestra de 20 L y se transportó inmediatamente al laboratorio. Para eliminar la producción endógena de biogás, el inculo se incubo en baño maría a 32 °C durante 3 días. Las características fisicoquímicas de los sustratos e inculo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1
Caracterización fisicoquímica de EA, ELL e inóculo

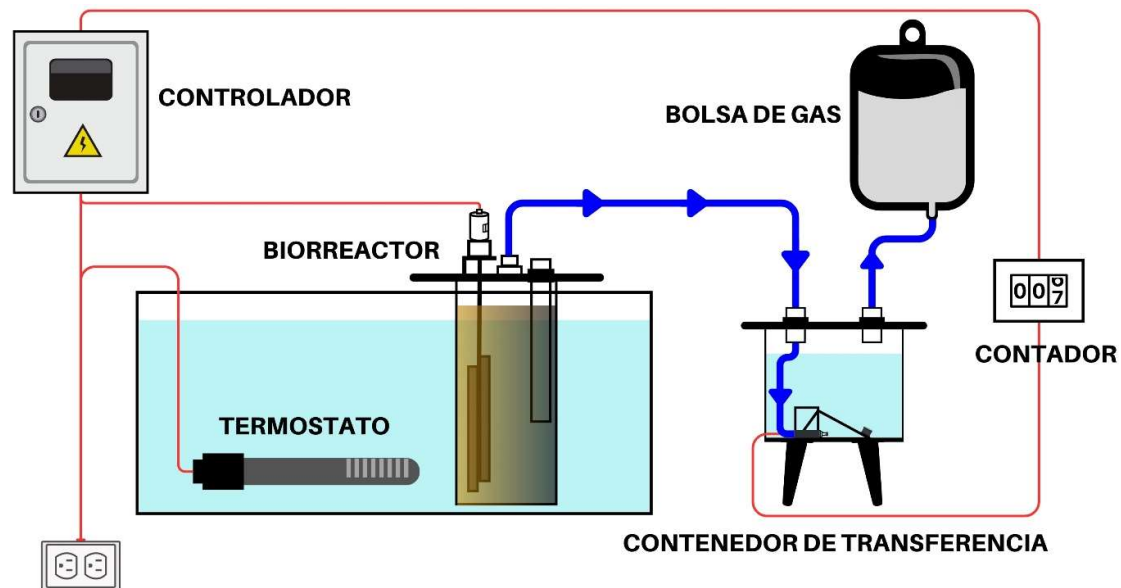
Parámetros	Unidad	EA	ELL	Inóculo
Sólidos totales (ST)	g/kg	272.74	373.4	5.31
Sólidos volátiles (SV)	g/kg	248.26	340.64	3.38
Humedad	%	72.77	62.66	99.54
Sólidos fijos	g/kg	24.08	32.76	1.92

2.2. Pruebas experimentales

Los experimentos se realizaron mediante pruebas PBM en modo batch usando el método volumétrico para medir la producción de biogás. Las pruebas PBM se realizaron de acuerdo con el protocolo establecido por (Holliger et al., 2016). El potencial de biogás se calculó en base al volumen total de biogás producido durante el periodo de biodegradación y se presenta como NmL biogás/g SV adicionado. La figura 1 muestra el equipo de medición empleado para el proceso experimental. Los biorreactores usados en esta investigación eran de 2 L de capacidad, conectados a contenedores y contadores eléctricos para el registro del volumen de biogás, además, estos contenedores están conectados a bolsas de aluminio para almacenar el biogás y el posterior análisis de su composición.

Figura 1

Equipo de medición para realizar las pruebas PBM



Las pruebas PBM fueron realizadas a diferentes tasas de mezclado de EA y ELL (100 % - 0%, 75% - 25%, 50% - 50%, 25% - 75% y 0% - 100%) en CoDA. Los sustratos e inóculo fueron mezclados e introducidos en los biorreactores hasta un volumen de trabajo de 1.5 L. La relación inóculo-sustrato (RIS) empleado fue de 2 en base a SV. El estudio incluye 6 grupos de pruebas, incluyendo una prueba blanco sin adición de sustrato. Inmediatamente después de alimentar los biorreactores, estos se sellaron herméticamente y se colocaron en baño maría a 35 °C. Todos los biorreactores fueron agitados automáticamente una vez cada día durante 5 minutos. Considerando la evaporación del agua, por lo menos una vez por semana se llenaba el agua hasta el nivel deseado. Los experimentos se terminaron hasta que no se observaron producciones significantes de biogás. Durante el proceso de DA, el biogás almacenado en las bolsas de aluminio fue extraído con jeringas de 60 ml con el propósito de analizar su composición. El contenido de metano se midió a través de una solución de NaOH 2N. debido a la rápida disolución de ácido sulfhídrico y dióxido de carbono en la solución fuertemente básica de NaOH, el gas que pasa es solo metano (Mosadegh et al., 2022).

Las producciones de biogás y metano se estandarizaron a condiciones normales de 1 atmosfera y 0 °C mediante la eq. 1.

$$V_{std} = \frac{V_{meas} * (P_{meas} - P_{H2O}) * 273.15K}{101.325Kpa * T_{meas}} \quad (1)$$

Donde:

V_{meas} – Volumen Medido.

P_{meas} – Presión al cual el V_{meas} es medido.

T_{meas} – Temperatura al cual el V_{meas} es medido.

P_{H2O} – Presión de vapor de agua.

La fórmula fue reformulada con parámetros locales para reflejar adecuadamente las condiciones ambientales. (Puno, noviembre y diciembre) mediante la eq. 2.

$$V_{std} = \frac{V_{meas} * (P_{meas} - P_{H2O}) * 273.15K}{101.6Kpa * T_{meas}} \quad (2)$$

Todos los experimentos se realizaron en triplicado y los resultados se expresaron como promedio. Los datos se procesaron utilizando Microsoft Excel.

2.3. Métodos analíticos

Muestras triplicadas de pH, solidos totales (ST) y solidos volátiles (SV) se analizaron de acuerdo con Standart methods (APHA-AWWA-WEF, 2017). Valores de pH se midieron usando un potenciómetro de mesa (HORIBA, Japan). ST y SV se midieron por el método gravimétrico, las muestras se calentaron en una estufa a 105 °C por 24 horas y después en una mufla a 500 °C por 1 hora. Ácidos grasos volátiles (AGV) y alcalinidad total (AT) se analizaron por el método titrimetrico, de acuerdo con Jobling

1 et al., (2014). Para la medición de AGV y AT las muestras se centrifugaron a 5000 rpm por 30 min y el sobrenadante se utilizó para los análisis utilizando soluciones de NaOH y HCl 0.1N. Todos los análisis se realizaron cada 15 días, considerando el inicio y final de las pruebas PBM.

2.4. Cálculo del potencial de energía del biogás

16 El potencial de energía de la implementación de plantas de biogás está directamente relacionado al potencial de biogás del proceso de DA (Pinto et al., 2023). Además, el potencial de biogás varía de acuerdo con el tipo de sustrato. Para la presente investigación, el biogás que se genera en el proceso de DA produciría energía térmica que reemplazaría el uso de combustibles tradicionales como leña y/o bosta usada por los ganaderos para cocinar alimentos (Lewis et al., 2017). De este modo, la metodología adoptada en el presente estudio para calcular el potencial de energía está relacionado al valor de calentamiento bajo del metano en condiciones de presión y temperatura estándar. En base a los resultados experimentales en las pruebas PBM, la contribución energética del proceso de CoDA de EA y ELL se calculó a través de la ecuación 3.

$$P = PBM_{EA-ELL} \cdot SV \cdot LCV_{CH_4} \quad (3)$$

14 Donde, PBM_{EA-ELL} es la producción final de metano de EA y ELL ($\text{mL CH}_4/\text{g SV}$), SV es la concentración de SV de EA y ELL ($\text{g SVEA, ELL mL}^{-1}$), y LCV_{CH_4} es el valor calorífico bajo de metano ($35.87 \text{ J mL}^{-1} \text{ CH}_4$), de acuerdo con Li et al., (2017).

2.5. Análisis estadístico y software para gráficos

5 Para el análisis estadístico se empleó el método de ANOVA de una-vía, promedios de las mediciones por triplicado y desviación estándar. El esquema del biorreactor (Figura 1) se graficó utilizando el software Microsoft PowerPoint. Todos los cálculos y las otras figuras se crearon utilizando el software Microsoft Excel.

Tabla 2
Prueba de Anova de un Factor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Sustrato	4	17809.4	4452.3	24.03	0.002
Error	10	926.2	185.2		
Total	14	18735.6			

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Impacto de la co-digestión de estiércol de llama y alpaca en la producción de biogás

La DA simultanea de dos o más sustratos, conocido como CoDA, es una técnica atractiva porque emplea las características complementarias de cada sustrato para mejorar el proceso (Alvarez et al., 2009). En años recientes, se observó un incremento en el uso de la CoDA con el propósito de incrementar la producción de biogás.

En nuestro estudio, el efecto de diferentes mezclas de EA y ELL se evaluó en biorreactores batch de 2 L. La figura 2 muestra la producción acumulada de metano del proceso de CoDA a través de un periodo de 60 días. La DA de las mezclas lograron ser estables después de un periodo corto de adaptación inicial que duro unos 3 días aproximadamente. La más elevada producción acumulada de metano fue la mezcla 25 A – 75 LL, con 281.27 ± 18.66 mL CH₄/g SV, seguido por la mezcla 50 A – 50 LL y 75 A – 25 LL que produjeron 230.76 ± 3.99 mL CH₄/g SV y 182.33 ± 8.44 mL CH₄/g SV respectivamente.

La DA de los sustratos sin mezclar (EA y ELL) mostraron claras diferencias. La mayor producción acumulada de metano (224.62 ± 17.27 mL CH₄/g SV) fue obtenido

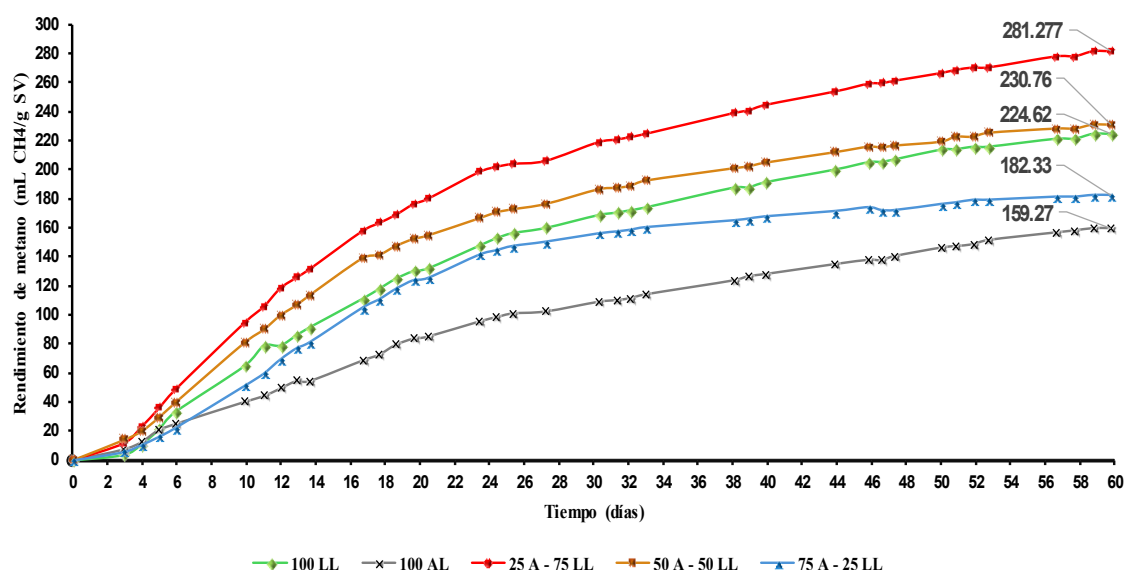
con ELL, mientras que EA solo produjo 159.27 ± 13.88 mL CH₄/g SV, siendo este último la menor producción de metano de todos los experimentos.

La CoDA demostró un gran incremento en la producción de CH₄ al combinar los estiércoles de alpaca y llama. La mezcla compuesta por 25 A – 75 LL resulto particularmente efectiva, incrementando la producción de biogás en un 25% respecto a la prueba de 100 LL, y en un 77% respecto a la prueba 100 A. Estas variaciones en las producciones pueden deberse a la dieta de los animales que influyen en la composición de sus estiércoles. Por ejemplo, la alpaca suele alimentarse en zonas de pastizales húmedos ricos en nitrógeno y la llama suele alimentarse en zonas más altas donde hay abundancia de pastos secos ricos en carbono (Mendoza-Pérez et al., 2021). En consecuencia, el EA podría contener una mayor concentración de nitrógeno y proteína y ELL podría contener alto contenido de carbono. Además, esto se puede comprobar pues el contenido de SV de EA (248.26 g/kg) es menor que el contenido de SV de ELL (340.64 g/kg).

En la literatura existen muy pocos estudios respecto a la DA de estiércol de alpaca y llama. Martí-Herrero et al., (2015) evaluó la CoDA de estiércol de vaca, llama y oveja en biodigestores tubulares a escala real. Los resultados encontrados mostraron que la CoDA de estiércol de vaca y oveja presenta un mejor rendimiento, 100% de incremento en comparación con la DA de estiércol de vaca, mientras que la CoDA de estiércol de llama y oveja resulto una disminución en la producción de biogás del 50% comparado con la DA de estiércol de llama. Alvarez y Lidén, (2009) también evaluó la CoDA de estiércol de llama, vaca y oveja, alcanzando producciones de metano en el rango de 70 – 140 mL CH₄/g SV.

Figura 2

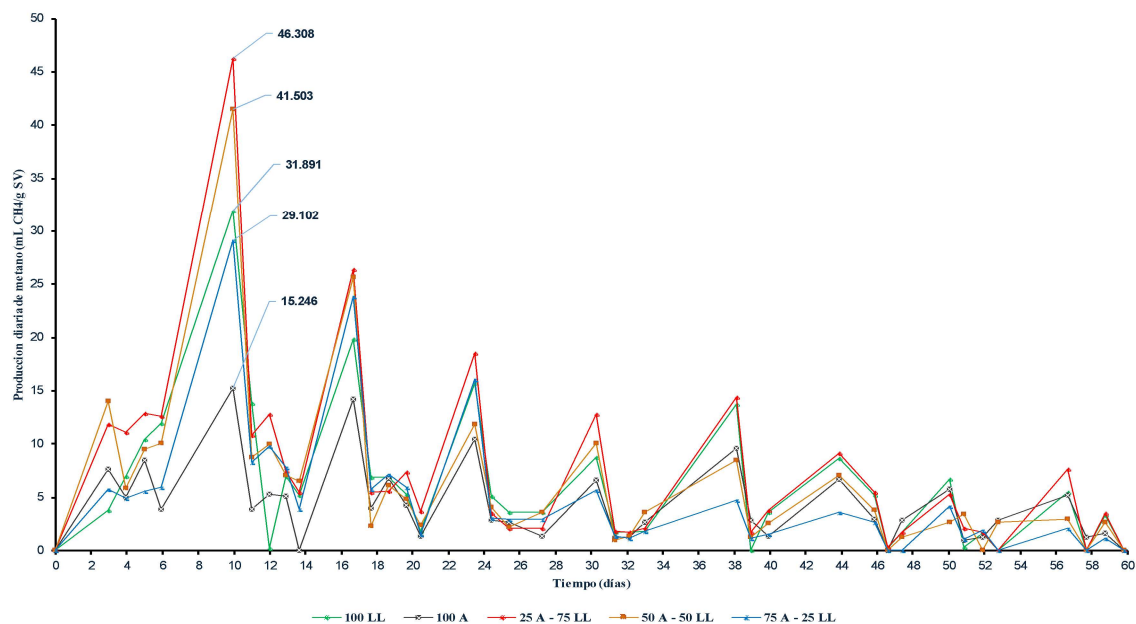
Producción acumulada de Metano de las distintas mezclas



La figura 3 muestra la producción diaria de metano del proceso de CoDA de EA y ELL. Todos los tratamientos mostraron incrementos de producción de metano hasta el día 10. Los incrementos en la producción de metano en estos primeros días pueden ser atribuidos a la descomposición de compuestos fácilmente biodegradables como glucosa, o a la digestión de la materia orgánica presente en los estiércoles (Mosadegh et al., 2022). A partir del día 10, todos los tratamientos muestran una disminución en la producción de CH_4 , lo cual puede indicar la biodegradación de material con estructuras más complejas y de degradación lenta como lignina y celulosa (Struckmann et al., 2022). Cada cierto periodo de tiempo (del día 10 al día 60) se muestran picos de producción de metano en intervalos de tiempo regulares, en promedio cada 7 días. Esto puede deberse que los microorganismos están adaptándose y logrando acceder poco a poco a los materiales con estructura más compleja.

Figura 3

Producción de mL CH₄/g SV diaria



La producción de biogás es mayor cuando se realiza CoDA de EA y ELL. Entonces, se puede concluir que existe un posible efecto de sinergia. Esto significa que mezclando 25 A – 75 LL, se puede producir más cantidad de CH₄.

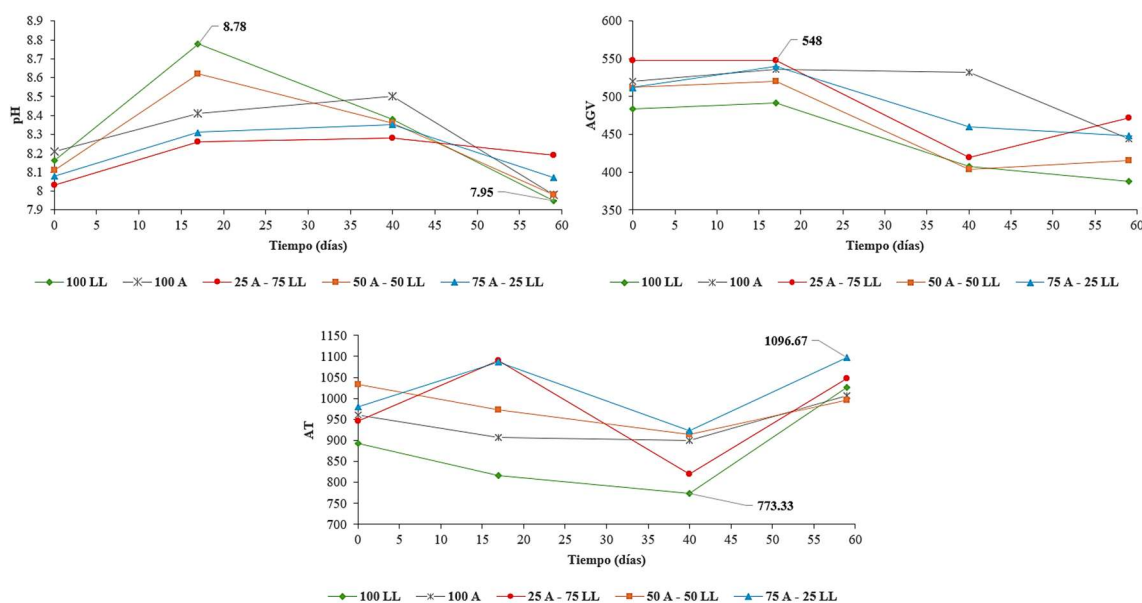
3.2. Cambios en pH, AGV y AT

El pH, AGV y AT son parámetros que influyen directamente el proceso de DA y la comunidad microbiana de varias fases de fermentación. Manteniendo condiciones óptimas del proceso y más efectos sinérgicos entre los sustratos (Onwosi et al., 2022). La figura 4 muestra los indicadores para la estabilidad del proceso de CoDA. En detalle, el pH se mantiene en el rango de 7.95 a 8.78. investigaciones mostraron que el pH ideal para la metanogénesis debe estar encima de 6.2 (Krishania et al., 2013). Los resultados muestran que el pH se mantiene en valores apropiados durante todo el proceso de experimentación para todos los tratamientos, esto puede ser atribuido al comportamiento alcalino característico de EA y ELL. En general, los elevados valores de pH podrían ser debido a las bajas concentraciones de AGV. Durante el periodo

experimental, las concentraciones de AGV se mantuvieron por debajo de 548 mg/L. Es más, después del día 17 se visualiza una ligera disminución de AGV en todos los tratamientos. Se reportó que para evitar efectos de inhibición en el proceso de DA, la concentración de AGV debería estar por debajo de 4000 mg/L (Şenol et al., 2020). Las concentraciones de AT resultaron en el rango de 773.33 – 1096.67 mg/L, el cual brinda suficiente capacidad buffer y estabilidad al proceso de DA. Los resultados son consistentes con estudios previos (Alvarez y Lidén, 2009), mostrando mejor desarrollo del proceso de DA gracias a la combinación de dos o más estiércoles.

Figura 4

Parámetros pH, AGV y AT que influyen directamente el proceso de DA



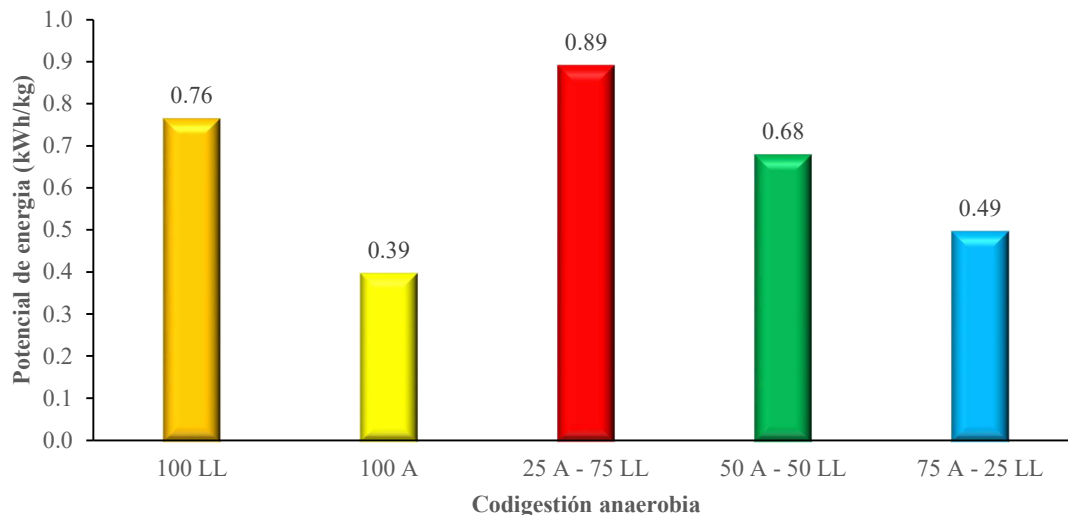
3.3. Potencial de energía de la CoDA de estiércol de alpaca y llama

Este estudio analiza la CoDA de estiércol de alpaca y llama, para determinar cuanta energía se podría obtener por kg de estiércol. Se encontró que la producción de biogás de EA y ELL podría reemplazar el uso de bosta y/o leña que emplean los ganaderos para cocinar sus alimentos. En la granja ubicado en la región de Crucero, Perú, se genera al día 180 kg de estiércol de alpaca y 75kg de estiércol de Llama,

cantidades suficientes para cubrir las necesidades energéticas diarias. En la figura 5 se muestran los resultados del potencial energético del proceso de CoDA, están en base a las pruebas PBM.

Figura 5

Potencial energético del proceso de CoDA



Los resultados demuestran la relación directa que existe entre el potencial energético y el tipo de sustrato utilizado, el cual depende de las características de los estiércoles como como el pH, AGV, AT, contenido de SV, etc. El tratamiento con mayor potencial energético fue la mezcla 25 A – 75 LL, con 0.89 kWh/kg. Considerando que en la granja se generan al día 75 kg de ELL, esta cantidad se mezclaría solo con 25 kg de EA, pudiendo utilizarse unos 100 kg/día de estiércol con un potencial energético de 88.82 kWh/día. El tratamiento con menor potencial energético (0.39 kWh/kg) es 100 A. Es recomendable emplear ambos estiércoles simultáneamente con el propósito de aprovechar la mayor cantidad de estiércol, incluso hasta una relación 50 A – 50 LL.

4. CONCLUSIONES

La CoDA de estiércol de alpaca y llama demuestra ser una alternativa viable para la producción de biogás, pues al mezclar ambos estiércoles en proporciones específicas se optimiza el rendimiento del proceso. Los resultados de este estudio claramente indican que la mezcla optima es 25 A – 75 LL, alcanzando una producción de metano de 281.27 ml CH₄/g SV, superando significativamente los rendimientos de la mono-digestión. Además, con el biogás generado se podría reemplazar el uso de bosta y/o leña que emplean los ganaderos locales para sus necesidades energéticas. Los hallazgos sugieren que la implementación de sistemas de CoDA podría proporcionar una fuente de energía renovable para zonas rurales que se dedican a la ganadería de alpaca y llama.

5. REFERENCIAS

- Alvarez, R., & Lidén, G. (2009). Low temperature anaerobic digestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production. *Biomass and Bioenergy*, 33(3), 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.012>
- APHA-AWWA-WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd ed. American Public Health Association, USA. 23rd ed. American Public Health Association.
- Castro Rivera, R., Solís Oba, M. M., Chicatto Gasperín, V., & Solís Oba, A. (2020). Biogas production through co-digestion of cattle waste and agricultural residues of tomato cultivation (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 36(3), 529–539. <https://doi.org/10.20937/RICA.53545>
- Dhaliwal, S. S., Sharma, V., Verma, V., Kaur, M., Singh, P., Gaber, A., Laing, A. M., & Hossain, A. (2023). Impact of manures and fertilizers on yield and soil properties in a rice-wheat cropping system. *PLOS ONE*, 18(11), e0292602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292602>
- Ferrer, I., Garfí, M., Uggetti, E., Ferrer-Martí, L., Calderon, A., & Velo, E. (2011). Biogas production in low-cost household digesters at the Peruvian Andes. *Biomass and Bioenergy*, 35(5), 1668–1674. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.036>
- Holliger, C., Alves, M., Andrade, D., Angelidaki, I., Astals, S., Baier, U., Bougrier, C., Buffière, P., Carballa, M., de Wilde, V., Ebertseder, F., Fernández, B., Ficara, E., Fotidis, I., Frigon, J.-C., de Laclos, H. F., Ghasimi, D. S. M., Hack, G., Hartel, M., ... Wierinck, I. (2016). Towards a standardization of biomethane potential tests. *Water Science and Technology*, 74(11), 2515–2522. <https://doi.org/10.2166/wst.2016.336>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). Compendio estadístico del Perú 2013.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). *Resultados definitivos. IV Censo Nacional*.
- Jobling Purser, B. J., Thai, S.-M., Fritz, T., Esteves, S. R., Dinsdale, R. M., & Guwy, A. J. (2014). An improved titration model reducing over estimation of total volatile fatty

- acids in anaerobic digestion of energy crop, animal slurry and food waste. *Water Research*, 61, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.05.020>
- Krishania, M., Kumar, V., Vijay, V. K., & Malik, A. (2013). Analysis of different techniques used for improvement of biomethanation process: A review. *Fuel*, 106, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.12.007>
- Lewis, J. J., Hollingsworth, J. W., Chartier, R. T., Cooper, E. M., Foster, W. M., Gomes, G. L., Kussin, P. S., MacInnis, J. J., Padhi, B. K., Panigrahi, P., Rodes, C. E., Ryde, I. T., Singha, A. K., Stapleton, H. M., Thornburg, J., Young, C. J., Meyer, J. N., & Pattanayak, S. K. (2017). Biogas Stoves Reduce Firewood Use, Household Air Pollution, and Hospital Visits in Odisha, India. *Environmental Science & Technology*, 51(1), 560–569. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02466>
- Li, M. M., Datto, M., Duncavage, E. J., Kulkarni, S., Lindeman, N. I., Roy, S., Tsimberidou, A. M., Vnencak-Jones, C. L., Wolff, D. J., Younes, A., & Nikiforova, M. N. (2017). Standards and Guidelines for the Interpretation and Reporting of Sequence Variants in Cancer: A Joint Consensus Recommendation of the Association for Molecular Pathology, American Society of Clinical Oncology, and College of American Pathologists. *The Journal of Molecular Diagnostics*, 19(1), 4–23. <https://doi.org/10.1016/j.jmoldx.2016.10.002>
- Martí-Herrero, J., Alvarez, R., Cespedes, R., Rojas, M. R., Conde, V., Aliaga, L., Balboa, M., & Danov, S. (2015). Cow, sheep and llama manure at psychrophilic anaerobic co-digestion with low cost tubular digesters in cold climate and high altitude. *Bioresource Technology*, 181, 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.01.063>
- Mendoza-Pérez G, Gómez-López L, & Ramírez-Chávez J. (2021). Caracterización del estiércol de camélidos sudamericanos para su uso agrícola. *Revista de Ciencias Agrarias*, 15(2), 45–60. <https://www.researchgate.net/>
- Mosadegh Ranjbar, F., Karrabi, M., & Shahnava, B. (2022). Bioconversion of wheat straw to energy via anaerobic co-digestion with cattle manure in batch-mode bioreactors (Experimental investigation and kinetic modeling). *Fuel*, 320, 123946. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123946>

- Ni, Y., Shi, G., & Qu, J. (2020). Indoor PM2.5, tobacco smoking and chronic lung diseases: A narrative review. *Environmental Research*, 181, 108910. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108910>
- Onwosi, C. O., Ozoegwu, C. G., Nwagu, T. N., Nwobodo, T. N., Eke, I. E., Igbokwe, V. C., Ugwuoji, E. T., & Ugwuodo, C. J. (2022). Cattle manure as a sustainable bioenergy source: Prospects and environmental impacts of its utilization as a major feedstock in Nigeria. *Bioresource Technology Reports*, 19, 101151. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101151>
- Pinto, J. A., Barros, R. M., dos Santos, I. F. S., Filho, G. L. T., de Oliveira Botan, M. C., Bôas, T. F. V., & de Cássia Crispim, A. M. (2023). Study of the anaerobic co-digestion of bovine and swine manure: Technical and economic feasibility analysis. *Cleaner Waste Systems*, 5, 100097. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100097>
- Poma, W. (2024). Pastoreo de camélidos y organización territorial en la comunidad originaria de Chacaltaya. *Temas Sociales. Revista de La Carrera de Sociología*, 54, 69–94. <https://doi.org/10.53287/fqqj2367vi26k>
- Ryckebosch, E., Drouillon, M., & Vervaeren, H. (2011). Techniques for transformation of biogas to biomethane. *Biomass and Bioenergy*, 35(5), 1633–1645. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.02.033>
- Şenol, H., Açıkel, Ü., Demir, S., & Oda, V. (2020). Anaerobic digestion of cattle manure, corn silage and sugar beet pulp mixtures after thermal pretreatment and kinetic modeling study. *Fuel*, 263, 116651. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116651>
- Singh, A. K., Pal, P., Rathore, S. S., Sahoo, U. K., Sarangi, P. K., Prus, P., & Dziekański, P. (2023). Sustainable Utilization of Biowaste Resources for Biogas Production to Meet Rural Bioenergy Requirements. In *Energies* (Vol. 16, Issue 14). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/en16145409>
- Struckmann Poulsen, J., de Jonge, N., Vieira Macêdo, W., Rask Dalby, F., Feilberg, A., & Lund Nielsen, J. (2022). Characterisation of cellulose-degrading organisms in an anaerobic digester. *Bioresource Technology*, 351, 126933. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126933>
- Tavera-Ruiz, C., Martí-Herrero, J., Mendieta, O., Jaimes-Estévez, J., Gauthier-Maradei, P., Azimov, U., Escalante, H., & Castro, L. (2023). Current understanding and

perspectives on anaerobic digestion in developing countries: Colombia case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 173, 113097. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113097>

Marca, U., & Roque, B. (2019). Producción de metano en camélidos sudamericanos domésticos y su efecto en la salud pública. *Revista De Investigaciones*, 8(2), 1016–1027. <https://doi.org/10.26788/riepg.2019.2.122>

Wei, S., Zhang, H., Cai, X., Xu, J., Fang, J., & Liu, H. (2014). Psychrophilic anaerobic co-digestion of highland barley straw with two animal manures at high altitude for enhancing biogas production. *Energy Conversion and Management*, 88, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.08.018>

Zeng, Y., He, K., Zhang, J., & Li, P. (2023). Adoption and ex-post impacts of sustainable manure management practices on income and happiness: Evidence from swine breeding farmers in rural Hubei, China. *Ecological Economics*, 208, 107809. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107809>

ANEXOS

Anexo 1. Evidencia de Sumisión de artículo en la revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental

11/8/25, 1:33

Correo: rikychoquepata - Outlook



RV: Agradecimento pela submissão

Desde Juan Eduardo Vigo Rivera <eduardo.vigo@upeu.edu.pe>

Fecha Mié 02/07/2025 16:26

Para rikychoquepata <rikychoquepata@upeu.edu.pe>; Bladimir Luis Mamani Miranda <bladimir.mamani@upeu.edu.pe>

De: Carlos Alberto Vieira de Azevedo <noreply.ojs@scielo.org>

Enviado: miércoles, 2 de julio de 2025 16:23

Para: Juan Eduardo Vigo Rivera <eduardo.vigo@upeu.edu.pe>

Asunto: Agradecimento pela submissão

Juan Eduardo Vigo Rivera:

Obrigado por submeter o manuscrito, "Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos" ao periódico Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Após a submissão do artigo, não são permitidas alterações posteriores do nome dos autores, seja na sequência, substituição ou adição. Com o sistema de gerenciamento de periódicos on-line que estamos usando, você poderá acompanhar seu progresso através do processo editorial efetuando login no site do periódico:

URL da Submissão:

<https://submission.scielo.br/index.php/rbeaa/authorDashboard/submission/298447>

Usuário: jevr72

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco (revistagriambi@gmail.com). Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Esta mensagem pode conter informação confidencial, sendo seu sigilo protegido por lei. Se você não for o destinatário ou a pessoa autorizada a receber esta mensagem, não pode usar, copiar ou divulgar as informações nela contidas ou tomar qualquer ação baseada nessas informações. Se você recebeu esta mensagem por engano, por favor, avise imediatamente ao remetente, respondendo o e-mail e em seguida apague-a. Agradecemos sua cooperação.

This message may contain confidential information and its confidentiality is protected by law. If you are not the addressee or authorized person to receive this message, you must not use, copy, disclose or take any action based on it or any information herein. If you have received this message by mistake, please advise the sender immediately by replying the e-mail and then deleting it. Thank you for your cooperation.

<https://outlook.office.com/mail/inbox/id/AAQkAGFmYTU0MTM4LTl3OWEiNGY0Yy1lZTg1LTZkYjNlZTU5NW11YgAQAK9YI7UAh1ZLsUM1YdTuje4%3D> 1/1

Anexo 2. Copia de la resolución de inscripción del perfil del proyecto de tesis



“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”

RESOLUCIÓN N° 0131-2025/UPeU-FIA-CF

Lima, Ñaña 15 de abril de 2025

VISTO:

El expediente de **Bladimir Luis Mamani Miranda**, identificado(a) con código universitario N° **201820162** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos** identificado(a) con código universitario N° **201912151** de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, han solicitado la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado “Generación biogás en el altiplano peruano mediante co-digestión anaerobia de estiércol de camélidos sudamericanos Alpaca y Llama”;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 15 de abril de 2025, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado “Generación biogás en el altiplano peruano mediante co-digestión anaerobia de estiércol de camélidos sudamericanos Alpaca y Llama”, por el de: “Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos”, en el registro respectivo y disponer que con la orientación de su asesor el(la) **Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera**, sea desarrollado y ejecutado el proyecto de tesis por **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución, a partir de la inscripción inicial.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA



Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

CC:
- Interesado
- Asesor
- DGI
- Archivo

Villa Unión - Ñaña, altura Km 19 de la Carretera Central, Lurigancho - Chosica, Lima 15 - Perú
Teléfono: (01) 6186300 Web: www.upeu.edu.pe

Anexo 3. Copia de la resolución de paso 2 del proyecto de tesis



“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”

RESOLUCIÓN N° 0240-2025/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 27 de mayo de 2025

VISTO:

El expediente de **Bladimir Luis Mamani Miranda**, identificado(a) con código universitario N° 201820162 y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, identificado(a) con código universitario N° 201912151, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la designación del Comité Dictaminador del proyecto de tesis;

Que **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, han concluido el desarrollo de la tesis en formato artículo y con la opinión favorable de su asesor, solicitan la designación del Comité Dictaminador respectivo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 27 de mayo de 2025, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Designar el Comité Dictaminador encargado de administrar el proceso de dictamen correspondiente a la tesis en formato artículo, titulada "Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos.", presentado por **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, otorgándoles un plazo máximo de diez (10) hábiles, posterior a la fecha de recepción de la presente resolución, para emitir el dictamen respectivo a través de la plataforma oficial.

Dictaminador 1: Dr. Mateo Alejandro Salinas Mena

Dictaminador 2: Ing. Veronika Haydeé Pari Mamani

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA

cc:
-Interesado
-Jurado (02)
-Archivo



Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADEMICA

Villa Unión – Ñaña, altura Km 19 de la Cametera Central, Lurigancho – Chosica, Lima 15 – Perú
Teléfono: (01) 6186300 Web: www.upeu.edu.pe

Anexo 4. Copia de la resolución de paso 3 del proyecto de tesis



“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”

RESOLUCIÓN N° 0358-2025/UPeU-FIA-CF

Lima, Naña, 08 de julio de 2025

VISTO:

El expediente de los (las) bachilleres **Bladimir Luis Mamani Miranda** identificado(a) con código universitario N° 201820162 y **Riky Maycohol Choquepata Ramos** identificado(a) con código universitario N° 201912151, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos", presentado por los (las) bachilleres **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 08 de julio de 2025, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

1. Declarar expedito a los (las) bachilleres **Bladimir Luis Mamani Miranda** y **Riky Maycohol Choquepata Ramos**, para que sustenten la tesis en formato artículo titulada "Producción de biogás de estiércol de llama y alpaca por co-digestión anaerobia como recurso de bioenergía sostenible en los Andes Peruanos", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental, el 24 de julio a las 12:00 horas, en la modalidad presencial, en el Salón de Actos Wellesley Muir.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidente: Ing. Enrique Mamani Cuela
 Secretario: MSc. Loayda Abigail Condori Turpo
 Asesor: Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera
 Vocal 1: Dr. Mateo Alejandro Salinas Mena
 Vocal 2: Ing. Veronika Haydeé Pari Mamani

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA

cc:
 -Interesado
 -Jurado (04)
 -Secretaría General
 -Archivo



Lic. Gina Marita Tito Tolentino
SECRETARIA ACADÉMICA

Villa Unión - Naña, altura Km 19 de la Cametera Central, Lurigancho - Chosica, Lima 15 - Perú
 Teléfono: (01) 6186300 Web: www.upeu.edu.pe