

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, julio 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 Chullunquiari, 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):

Jug. Enrique Mamani Euela el (la) secretario(a): Mrs. Leayda Nbigait
Brendo Turpo y los demás miembros: Dr. Mateo Alejandro Salinas
Mons. Ing. Verónica Angles Paris Mamani y el (la) asesor(a) Mrs. 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) Roxy Maycol Bhogucata Ramos
 c)

conducente a la obtención del título profesional de:
Ingeniero Ambiental
(Certificación 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 el (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>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Bachiller (b): Roxy Maycol Bhogucata Ramos

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</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]
 Secretaria/a
[Firma]
 Miembro
 Bachiller (c)

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.*