

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación de la eficiencia en la producción de biogás
inoculado con microorganismos eficientes (EM) y excretas de
bovino – 2025.**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Jane Barrera Viena

Asesor:

Mgtr. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, mayo de 2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Betsabeth Teresa Padilla Macedo, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación de la eficiencia en la producción de biogás inoculado con microorganismos eficientes (EM) y excretas de bovino – 2025.”** del autor Jane Barrera Viena tiene un índice de similitud de 10 % 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 Tarapoto a los 03 días del mes de junio del año 2026.



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En San Martín, Tarapoto, Morales, a 21 día(s) del mes de mayo del año 2026 siendo las 11:40 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la)

presidente(a): Ing. Seyei Rengifo Arévalo el (la)

secretario(a): Ing. Jefferson Carranza Marín y los demás miembros

Mg. Andrés Erick González López y Mg. Carmelino Almeida Villegas

y el (la) asesor(a) Mg. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis

título: Evaluación de la eficiencia en la producción de biogás inoculado con microorganismos eficientes (ME) y excretas de bovino - 2025

del(los) bachiller(es): a) Jane Barrera Viena

b)

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): Jane Barrera Viena

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B ⁺	Muy bueno	Jobresaliente

Bachiller -(b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

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.


/Presidente/a


Secretario/a


Asesor/a


Miembro

Miembro


Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

INDICE

1. Abstract.....	5
2. Resumen.....	5
3. Introducción	6
4. Materiales y Métodos.....	7
4.1. Área de estudio y condiciones generales.....	7
4.2. Materiales y equipamiento.....	7
4.3. Diseño experimental.....	8
4.4. Cálculo de la producción de biogás	9
4.5. Análisis estadístico	9
4.6. Preparación del sustrato y montaje del sistema.....	10
4.7. Monitoreo y medición de variables	10
5. Resultados	11
5.1. Variables operativas del proceso.....	11
5.1.1. Temperatura interna del biodigestor	11
5.1.2. Temperatura ambiente.....	12
5.1.3. pH del sustrato	12
5.1.4. Producción total de biogás	12
5.1.5. Comparación estadística de la producción específica de biogás.....	13
5.1.6. Eficiencia del sistema	13
5.1.7. Modelamiento cinético de la producción de biogás	14
5.1.8. Análisis de parámetros cinéticos.....	15
5.1.9. Resultados fisicoquímicos finales del sustrato (Análisis de laboratorio)	15
6. Discusión	15
7. Conclusiones.....	17
8. Recomendaciones.....	17
9. Uso de inteligencia artificial.....	17
10. Conflicto de intereses.....	17
11. Financiamiento	17
12. Consideraciones éticas	18
13. Referencias	18

Evaluación de la eficiencia en la producción de biogás inoculado con microorganismos eficientes (EM) y excretas de bovino – 2025.
Jane Barrera Viena¹

Universidad Peruana Unión, Ingeniería Ambiental, Tarapoto, Perú

Autor de correspondencia: jane.barrera@upeu.edu.pe
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9712-5736>

1. Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia en la producción de biogás a partir de excretas bovinas inoculadas con microorganismos eficientes (EM) bajo condiciones tropicales. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos (con y sin EM), cada uno con tres repeticiones en biodigestores artesanales de 80 L durante 41 días. Se monitorearon variables como volumen de biogás, temperatura, pH, presión y relación C/N, y se realizó análisis estadístico mediante pruebas de normalidad, homogeneidad y comparación de medias. Los resultados evidenciaron que el tratamiento sin inoculación presentó mayor producción total de biogás (915.17 mL) en comparación con el tratamiento con EM (641.77 mL), así como una mayor producción específica (30.54 ± 9.18 mL/kg frente a 21.39 ± 4.61 mL/kg), con diferencias altamente significativas ($p < 0.001$). Asimismo, el tratamiento con EM alcanzó aproximadamente el 70% del rendimiento del control. Se concluye que la inoculación con microorganismos eficientes no mejora la producción de biogás en excretas bovinas frescas, debido a la actividad de la microbiota nativa, lo que permite optimizar costos y simplificar la operación de biodigestores.

Palabras claves

Biogás, Digestión anaerobia, Excretas bovinas, Microorganismos eficientes (EM), Producción específica de biogás, Energía renovable, Biodigestor artesanal