

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación del potencial de biometanización de la fracción orgánica
de residuos sólidos municipales (FORSU) utilizando distintos tipos
de biochar**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Jose Luis Ahuanlla Huaccha

Juan José Quispe Saavedra

Asesor:

Msc. Jael Calla Calla

Juliaca, junio del 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Msc. Jael Calla Calla, 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 DEL POTENCIAL DE BIOMETANIZACIÓN DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (FORSU) UTILIZANDO DISTINTOS TIPOS DE BIOCHAR”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres **Jose Luis Ahuanlla Huaccha** y **Juan José Quispe Saavedra** para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, tiene un índice de similitud de **12%** verificable en el informe del programa Turnitin, y cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 09 días del mes de junio del año 2023



Msc, Jael Calla Calla
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 09 día(s) del mes de junio del año 2023 siendo 09:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del

(la) presidente(a): Msc. Rose Adeline Gallata Churo, el (la) secretario(a): Mtro. Juan Eduardo
Rivero y los demás miembros: Dr. Efrain Lujano Laura
 y el (la) asesor(a) Msc. Tael Galla Galla

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:
Evaluación del potencial de biometanización de la fracción orgánica de residuos sólidos municipales (FORSU) utilizando distintos tipos de biochar
 del(los) bachiller(es): a) José Luis Shuanlla Huaccha
 b) Juan José Quipe Saavedra
 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): José Luis Shuanlla Huaccha

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Juan José Quipe Saavedra

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>15</u>	<u>15</u>			

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]
 Secretaria/a

[Firma]
 Asesor/a

[Firma]
 Miembro

[Firma]
 Miembro

[Firma]
 Bachiller (a)

[Firma]
 Bachiller (b)

[Firma]
 Bachiller (c)

RESUMEN

La eliminación de la fracción orgánica de residuos sólidos municipales (FORSU) se ha vuelto en un problema medioambiental y un asunto de gestión riguroso, frente a estas preocupaciones la digestión anaerobia (DA) se ha convertido en una de las mejores tecnologías sostenibles para tratar la FORSU. Sin embargo, la inhibición del producto podría conducir al bajo rendimiento de CH_4 incluso al fallo del sistema. Para superar tales problemas, se investigó el efecto de cinco tipos de biochar mediante la prueba de potencial bioquímico de metano (PBM) en la FORSU. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento acumulado de CH_4 fue con la adición de biochar derivado de FORSU ($302.22 \text{ mL-CH}_4/\text{g SV}_{\text{adicionado}}$) seguidos por el grupo biochar de aserrín, que fueron superiores en un 8.89 y 4.99% que el grupo control, durante 72 días de digestión. Tanto el biochar de FORSU y Aserrín también influyeron en el alivio de concentración inicial de AGV (1520 y $1440 \text{ mgCH}_3\text{COOH/L}$) estimulando así su estabilidad ($\text{pH} > 8$), del mismo modo, el biochar de Poda tuvo un impacto ligero en cuanto a la producción acumulada de metano en 1.13% sobre el grupo control, y tuvo un efecto significativo en la concentración de AGV inicial y final (1670 a $870 \text{ mgCH}_3\text{COOH/L}$). En general, este estudio demostró que el biochar derivado de FORSU, Aserrín y Poda tuvieron un efecto positivo en la estabilidad del reactor y promovieron una mejor acumulación de metano sobre los demás tratamientos.

Palabras claves: Digestión anaerobia; Fracción orgánica; Biochar; Producción de metano; Ácidos Grasos Volátiles.

ABSTRACT

The disposal of the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) has become an environmental problem and a rigorous management issue, facing these concerns anaerobic digestion (AD) has become one of the best sustainable technologies to treat the OFMSW. However, inhibition of the product could lead to low CH₄ yield even to system failure. To overcome such problems, the effect of five types of biochar was investigated by biochemical potential methane (PBM) test in OFMSW. The results showed that the highest accumulated CH₄ yield was with the addition of FORSU-derived biochar (302.22 mL-CH₄/g SVadded) followed by the sawdust biochar group, which were 8.89 and 4.99% higher than the control group, during 72 days of digestion. Both the OFMSW and Sawdust biochar also influenced the relief of the initial AGV concentration (1520 and 1440 mgCH₃COOH/L) thus stimulating its stability (pH: > 8), in the same way, the pruning biochar had a slight impact in terms of to cumulative methane production by 1.13% over the control group, and had a significant effect on the initial and final VFA concentration (1670 to 870 mgCH₃COOH/L). Overall, this study emerged that OFMSW -derived biochar, Sawdust, and Pruning had a positive effect on reactor stability and promoted improved methane accumulation over the other treatments.

Key words: Anaerobic digestion; Organic fraction; biochar; methane production; Volatile Fatty Acids.