

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



**Evaluación de propiedades físicas y energéticas de briquetas  
elaboradas con residuos orgánicos como alternativa de  
valorización energética, Lima Este**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Angela Winny Huaranga Bautista

**Asesor:**

Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas

Lima, julio de 2023

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo (Joel Hugo Fernandez Rojas), 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 PROPIEDADES FÍSICAS Y ENERGÉTICAS DE BRIQUETAS ELABORADAS CON RESIDUOS ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA, LIMA ESTE”** del (los) autor (autores) (Angela Winny Huaranga Bautista) tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 11 días del mes de julio del año 2023.



---

Joel Hugo Fernandez Rojas

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **11 días** día(s) del mes de **julio** del año 2023 siendo **las 08:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodríguez**, y los demás miembros: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio** e **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y el asesor **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: ""Evaluación de propiedades físicas y energéticas de briquetas elaboradas con residuos orgánicos como alternativa de valorización energética, Lima Este" de el(los)/la(las) bachiller/es:

a) .....**ANGELA WINNY HUARANGA BAUTISTA** .....

.....b) .....

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** .....

*(Nombre del Título profesional)*

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(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(los)/la(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:

Candidato (a): ..... **ANGELA WINNY HUARANGA BAUTISTA** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>Aprobado</b>	<b>18</b>	<b>A-</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Sobresaliente</b>

Candidato (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) *Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(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  
Mg. Milda Amparo  
Cruz Huaranga

  
\_\_\_\_\_  
Secretario  
Mg. Iliana Del Carmen  
Gutierrez Rodríguez

\_\_\_\_\_  
Asesor  
Mg. Joel Hugo  
Fernández Rojas

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Mg. Jackson Edgardo  
Pérez Carpio

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Orlando Alan  
Poma Porras

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (a)  
Angela Winny  
Huaranga Bautista

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)

### **AGRADECIMIENTOS:**

*Agradezco a Dios porque me ha permitido llegar a este punto importante, me ha dado conocimiento, sabiduría y valentía para avanzar, pese a ciertas dificultades que se presentan en el camino. Tengo la certeza que siempre me ha acompañado y me acompañará en todo lo que haga.*

*Agradezco a mis padres (Jorge Huaranga y Eloisa Bautista) y a mis hermanos (Kevin y Eva) por su apoyo incondicional en todo el proceso de mi vida profesional.*

*Agradezco al mg. Hugo Fernandez por el compromiso mostrado y por la orientación que me brindó para lograr la tan ansiada titulación.*

### **DEDICATORIA:**

*Este trabajo lo dedico a mis padres quienes me enseñaron con sus acciones que cuando uno anhela obtener algo que es verdaderamente importante; esto implica sacrificios, esfuerzo y tenacidad. El camino fue sinuoso, pero lo logramos juntos. Y como dice Eclesiastés 3:1 “Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora”.*

## ÍNDICE

1. Introducción .....	8
2. Materiales y métodos.....	9
3. Resultados .....	13
4. Discusión.....	23
5. Conclusión .....	24
6. Referencias.....	25
7. ANEXOS .....	28
7.1. Evidencia de sumisión del artículo .....	28
7.2. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis .....	30

**Evaluación de propiedades físicas y energéticas de briquetas elaboradas con residuos orgánicos como alternativa de valorización energética, Lima Este**

**Evaluation of physical and energetic properties of briquettes made with organic waste as an energy recovery alternative, Lima East**

Angela Winny Huaranga Bautista<sup>a,\*</sup>, Hugo Fernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

\* Autor de correspondencia. [angelahb2022@gmail.com](mailto:angelahb2022@gmail.com)

## Resumen

En la generación de residuos sólidos, los residuos orgánicos representan más del 50%. La presente investigación evaluó las propiedades físicas y energéticas de briquetas elaboradas con poda de césped y cáscara de naranja en diferentes proporciones T1(100:0), T2(25:75), T3(50:50), T4(75:25) y T5(0:100) como alternativa de valorización energética. El poder calorífico se determinó empleando una fórmula basada en el análisis proximal de las muestras de briquetas, mientras que la eficiencia energética de las briquetas en comparación con la leña se obtuvo hallando el tiempo total que emplea en encenderse y hacer hervir 1 L de agua. El poder calorífico resultante de los tratamientos osciló entre 4080.653 Kcal/Kg - 4352.330 Kcal/Kg siendo los tratamientos T3, T2, T4 y T1 semejantes estadísticamente, no obstante, el tratamiento que obtuvo mayor poder calorífico fue el T3 (4352.330 Kcal/Kg). Asimismo, la densidad aparente de las briquetas osciló entre 0.42 g/cm<sup>3</sup> – 0.74 g/cm<sup>3</sup>. Los resultados hallados indicaron que la combinación de estos restos orgánicos al fabricar briquetas es óptima, por lo cual la elaboración de briquetas se muestra como una alternativa para valorizar residuos orgánicos que pueden ser usados como combustibles sólidos, reduciendo a su vez la contaminación ambiental que genera su inadecuada disposición. La comparación de la eficiencia energética entre las briquetas y la leña determinó que la briketa del T3 presentó un menor tiempo total (14 minutos, 27 segundos) para encender y hacer hervir 1 litro de agua, seguida por el tiempo total empleado por la leña (15 minutos, 09 segundos).

Palabras claves: biomasa, poda de césped, cáscara de naranja, poder calorífico, contaminación por residuos orgánicos, eficiencia energética.