

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“EVALUACIÓN DE UN COMBUSTIBLE SÓLIDO DE HECES
HUMANAS PROVENIENTE DE BAÑOS ECOLÓGICOS CON EL
PROCESO DE PIROLISIS”**

Presentado por:

JEAN POLL ALVA ARAUJO

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú















2023

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

Document Information

Analyzed document	Jean Poll Alva - Tesis V1.docx (D161439622)
Submitted	3/19/2023 5:17:00 AM
Submitted by	Lawrence Quipuzco
Submitter email	lquipuzco@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	lquipuzco.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	INVESTIGACIÓN PIRÓLISIS.pdf Document INVESTIGACIÓN PIRÓLISIS.pdf (D95310160)		2
W	URL: http://hdl.handle.net/10261/108763 Fetched: 3/19/2023 5:17:00 AM		1
W	URL: http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4850 Fetched: 3/19/2023 5:17:00 AM		1
SA	Tesis Comparacion del proceso de pirolisis de dos biomosas(1).pdf Document Tesis Comparacion del proceso de pirolisis de dos biomosas(1).pdf (D53931696)		2
SA	Tesis de maestría Ivan.docx Document Tesis de maestría Ivan.docx (D115445345)		2
W	URL: http://eprints.uanl.mx/id/eprint/23795 Fetched: 3/19/2023 5:17:00 AM		1
W	URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000400059&lng=pt&tlng=es Fetched: 3/19/2023 5:17:00 AM		2
W	URL: http://www.ecosanres.org/pdf_files/Saneamiento_Ecologico.pdf Fetched: 3/19/2023 5:17:00 AM		1
SA	1566324104_Proyecto de materia integradora_Barzola_Reyes.docx Document 1566324104_Proyecto de materia integradora_Barzola_Reyes.docx (D54920474)		1
SA	1566880164_914__Proyecto_de_Tesis_26_de_Agosto_Final.pdf Document 1566880164_914__Proyecto_de_Tesis_26_de_Agosto_Final.pdf (D55047426)		1
SA	1571160385_Proyecto de Tesis 26 de Agosto Final.pdf Document 1571160385_Proyecto de Tesis 26 de Agosto Final.pdf (D57081467)		1
SA	1569962928_Proyecto de Tesis 26 de Agosto Final.pdf Document 1569962928_Proyecto de Tesis 26 de Agosto Final.pdf (D56332303)		1
SA	Ensayo_Procesos de digestión anaerobica.pdf Document Ensayo_Procesos de digestión anaerobica.pdf (D111125375)		1
W	URL: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30137/Tesina%20Estefania%20Ponce.pdf Fetched: 3/19/2023 5:18:00 AM		1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“EVALUACIÓN DE UN COMBUSTIBLE SÓLIDO DE HECES
HUMANAS PROVENIENTE DE BAÑOS ECOLÓGICOS CON EL
PROCESO DE PIROLISIS”**

Presentado por:

JEAN POLL ALVA ARAUJO

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado

Dra. Rosemary Vela Cardich
PRESIDENTE

Mg. Quím. Mary Flor Césare Coral
MIEMBRO

Mg. Sc. Flora Elsa Huamán Paredes
MIEMBRO

Ing. Lawrence Enrique Quipuzco Usñahua
ASESOR

RESUMEN

En el Perú existe una deficiencia en la cobertura de los servicios de saneamiento y energía, especialmente en las zonas rurales, lo que afecta negativamente el bienestar y la salud de la población. Los baños ecológicos parecen proporcionar una solución a este problema, pero la gran cantidad de desechos sólidos orgánicos que generan y la falta de tecnologías para valorizar estos residuos no permiten el avance de esta opción ecológica. Esta investigación tuvo como finalidad evaluar la viabilidad de la producción de un combustible sólido de heces humanas proveniente de baños ecológicos por medio de la pirolisis. Así, se propuso un pretratamiento en las muestras que consistió de la reducción de humedad y el tamaño de partícula. Posteriormente, estas muestras fueron pirolizadas a 300, 400 y 500 ° C en tiempos de 60, 90 y 120 minutos, de acuerdo con los tratamientos establecidos en la matriz experimental 2² con 4 valores centrales. Finalmente, se caracterizó la calidad de los combustibles producidos mediante los análisis de composición elemental, termo gravimétrico y de poder calórico. Los resultados mostraron que el tratamiento pirolizado a 500°C y 60 minutos alcanzó un alto poder calórico, un alto porcentaje de carbono fijo y un bajo porcentaje de cenizas. Esta investigación anticipa que este residuo tiene el potencial de transformarse en un carbón energético a través de la pirolisis. Con esto, el objetivo es hacer que los inodoros ecológicos sean una opción más viable, ya que no solo brindamos una solución a la acumulación de desechos, sino que al mismo tiempo generamos una opción económicamente viable.

Palabras clave: saneamiento ecológico, pirolisis, combustible sólido, poder calórico.

ABSTRACT

In Peru, as in other developing countries, there is a deficiency in the coverage of sanitation and potable water services, especially in rural areas, which negatively affects the health of the population. Ecological toilets appear to provide a solution to this problem, but the large amount of organic solid waste they generate and the lack of treatment technologies to handle the residue do not allow the advancement of this green option. This research aimed to evaluate the viability of producing a solid biofuel from human feces from ecological toilets through pyrolysis. Thus, a pre-treatment was proposed for the samples, which consisted of reducing humidity and particle size. Subsequently, these samples were pyrolyzed at 300, 400, and 500 °C in times of 60, 90, and 120 minutes, respectively, according to the treatments established in the 2² Box-Behnken experimental matrix with 4 central values. Finally, the quality of the fuels produced was characterized by elemental composition, thermogravimetric, and caloric power analyses. The results show that the pyrolyzed treatment at 500°C and 60 minutes produced a solid with a high calorific value, a high percentage of fixed carbon, and a low percentage of ashes. This research suggests that this solid waste has the potential to be transformed into an energetic char through pyrolysis. With this, the objective is to make ecological toilets a more viable option, as we not only provide a solution to the waste accumulation, but at the same time generate an economically viable alternative.

Key words: ecological sanitation, pyrolysis, solid fuel, caloric value.