

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



Una Institución Adventista

**Eficiencia de *Eisenia Foetida* en el tratamiento de lodos
derivados de una planta de tratamiento de aguas residuales,
mediante el vermicompostaje a escala piloto**

Por:
Brayan Ramirez Aliaga

Sandra Mabel Huaman Nina

Asesor:
Mg. Gina Marita Tito Tolentino

Lima, julio de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Gina Marita Tito Tolentino, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: *“Eficiencia de eisenia foetida en el tratamiento de lodos derivados de una planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el vermicompostaje a escala piloto”* constituye la memoria que presenta los **estudiantes Brayan Ramirez Aliaga y Sandra Mabel Huaman Nina** para aspirar al grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, a los 20 días de agosto del año 2020.



Mg. Gina Marita Tito Tolentino

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 30 día(s) del mes de julio del año 2020, siendo las 10:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):
Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodriguez, el(la) secretario(a):
Ing. Samuel Tito De La Cruz Napan y los demás miembros:
Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio, Mg. Santiago Ramirez Lopez
y el(la) asesor(a) Lic. Gina Marita Tito Tolentino
con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: Eficiencia de *Eisenia Foetida* en el tratamiento de lodos derivados de una planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el vermicompostaje a escala piloto.

de los (las) egresados (as): a) Brayan Ramirez Aliaga
b) Sandra Mabel Huaman Nina
conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
Ingeniería Ambiental
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los 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 los 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 (a): Brayan Ramirez Aliaga

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	Bueno	Muy Bueno

Candidato/a (b): Sandra Mabel Huaman Nina

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	Bueno	Muy bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó a los 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

Candidato/a (a)

Miembro

Miembro

Candidato/a (b)

Eficiencia de *Eisenia Foetida* en el Tratamiento de Lodos Derivados de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Mediante el Vermicompostaje a Escala Piloto

***EISENIA FOETIDA* EFFICIENCY IN THE TREATMENT OF SLUDGE DERIVED FROM A WASTEWATER TREATMENT PLANT, USING VERMICOMPOSTING ON A PILOT SCALE**

BRAYAN RAMIREZ ALIAGA¹, SANDRA MABEL HUAMAN NINA²

Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

A nivel nacional la mayoría de Plantas de Tratamiento de Agua Residual no realizan tratamiento de lodos residuales generados en sus procesos, la inadecuada disposición de estos lodos representa impactos ambientales negativos, por ello el objetivo de este estudio es diseñar un sistema de tratamiento de lodos residuales derivados de una PTAR, mediante el vermicompostaje con *Eisenia Foetida*. Para el diseño se plantean 4 tratamientos (T1, T2, T3 y T4) cada uno con 3 repeticiones acondicionados en una cama de 0.5 x 0.7 x 0.3 metros de dimensión. El T1 consta de (lodo residual + *eisenia foetida*); T2 (lodo residual + *eisenia foetida* + restos vegetales de cocina y rastrojos); T3 (lodo residual + *eisenia foetida* + estiércol de caballo) y T4 (lodo residual + *eisenia foetida* + guano de res). Esta investigación permitió realizar el diseño de un sistema para el tratamiento de lodos residuales derivados de una PTAR.

Palabras clave: tratamiento de lodo residual, vermicompostaje, *eisenia Foetida*, diseño

Abstract

At the national level, the majority of Wastewater Treatment Plants do not carry out the treatment of residual sludge generated in their processes, the inadequate disposal of these sludges represents negative environmental impacts, therefore the objective of this study is to design a residual sludge treatment system derived from a PTAR, by vermicomposting with *Eisenia Foetida*. For the design, 4 treatments are proposed (T1, T2, T3 and T4) each with 3 repetitions conditioned in a bed of 0.5 x 0.7 x 0.3 meters in dimension. T1 consists of (residual sludge + *eisenia foetida*); T2 (residual sludge + *eisenia foetida* + kitchen plant remains and stubble); T3 (residual mud + *eisenia foetida* + horse manure) and T4 (residual mud + *eisenia foetida* + beef guano). This research allowed the design of a system for the treatment of residual sludge derived from a PTAR.

Key words: residual sludge treatment, vermicomposting, *eisenia Foetida*, design

Autor de correspondencia:

1 E.P Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. E-mail: brayanramirez@upeu.edu.pe
Tel.: +51- 948 074 691

2 E.P Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. E-mail: mabelhuaman@upeu.edu.pe
Tel.: +51-954 544 765

1. INTRODUCCIÓN

Los lodos son el material sólido que queda después de que el agua a tratar pase por los tratamientos primario secundario y terciario de una planta de tratamiento de agua residual (Hurtado, 2015). Su composición depende principalmente de las características del agua residual influente y del proceso de tratamiento utilizado en la planta que lo genera, uno de los problemas para el uso y manejo de los lodos es su alto contenido de patógenos, por lo que se requiere su estabilización (reducción de microorganismos patógenos) (Moeller, Ferat, & López, 2000).

La generación de lodos en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es cada vez mayor debido a las actividades domésticas e industriales que realiza el hombre (Velesco, Molano, & Pramparo, 2019). Gran parte de estos lodos generados en una PTAR son descargados sin tratamiento en sistemas de alcantarillado, en cuerpos de agua o dispuestos en tiraderos a cielo abierto (Limón, 2013), que trae como consecuencias la proliferación de vectores tales como: ratas, moscas, insectos, carroñeros, etc., contaminación de aguas (superficiales y subterráneas) y suelos, también efectos negativos a la salud pública y belleza paisajística (Esteller, 2002).

Según la (OMS, 2019) cuando los lodos residuales se usarán como acondicionador para el suelo en la producción de cultivos, el proceso de tratamiento se debe diseñar para remover, reducir o inactivar los patógenos. Actualmente, muchos de los estudios realizados están enfocados hacia la indagación de nuevas alternativas de tratamiento, entre las cuales podemos destacar el uso de métodos para residuos de lodos peligrosos y no peligrosos: tratamientos físicos-químicos (neutralización, hidrólisis, fotólisis, estabilización/solidificación, macro/micro encapsulación; reducción de volumen), tratamiento biológico (reducción de patógenos) y tratamiento térmico (incineración y deshidratación), de entre todos los métodos de tratamiento mencionados el tratamiento biológico presenta ventajas frente a los otros tratamientos ya que se puede obtener subproductos beneficiosos para el uso agrícola y obtención de energía renovable (Avilés, 2011).

En el Perú y otros países en desarrollo contar con un sistema de tratamiento de agua es una gran necesidad, y peor aún no se cuenta con un sistema de tratamiento de lodos residuales; esto principalmente por falta de lugares autorizados para la disposición final

de lodos y residuos sólidos de la PTAR y falta de regulación en el manejo de lodos para reúso agrícola (SUNASS, 2015).

(Grajales, Monsalve, & Castaño, 2006) compararon los tratamientos de secado, compostaje y lombricompostaje en un proyecto de investigación realizado en la Universidad Tecnológica de Pereira con la finalidad de incorporar estos lodos ya tratados en las áreas verdes de esta universidad, de los tratamientos aplicados el que tuvo un mayor desempeño en mejorar la calidad de suelo fue el lombricompost. (Peña, Ortega, Vera, Sanchez, & Ortizz, 2015) realizaron una investigación con fin evaluar la eficiencia del lombricompostaje para la estabilización del lodo residual crudo de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002 planteando 4 tratamientos de los cuales el que constó de materia vegetal fresca y composta resultaron ser más eficientes en la remoción de huevos de helmintos y Coliformes fecales.

Respecto a la literatura mencionada se puede notar que las investigaciones realizadas tuvieron resultados óptimos; por lo cual se plantea como objetivo; Diseñar un sistema de tratamiento de lodos derivados de una planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el vermicompostaje con *Eisenia Foetida*.

2. DESARROLLO

Para lograr un tratamiento eficiente de los lodos residuales provenientes de una planta de tratamiento de lodos residuales, se plantea el siguiente diseño como proceso:

2.1. Determinación de parámetros a analizar del lodo residual

La Norma oficial mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección Ambiental- Lodos y Biosólido - Especificaciones y Límites Máximos Permisibles de Contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, establece que los lodos y biosólido provenientes de una PTAR deben ser evaluados respecto a los parámetros microbiológicos (indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos), es por ello que el diseño contempla los siguientes parámetros microbiológicos a ser analizados en el lodo residual inicial.

Tabla 1.

Parámetros microbiológicos a analizar en el lodo residual

Indicador bacteriológico de contaminación	patógenos	parásitos
Coliformes fecales NMP/g en base seca	Salmonella spp. NMP/g en base seca	Huevos de helmintos/g en base seca

NMP número más probable

Fuente: NOM-004-SEMARNAT-2002

Respecto a los parámetros físico-químicos a evaluar se tomará en cuenta la NMX-FF-109-SCFI-2007 norma mexicana que establece las especificaciones de calidad que debe cumplir el vermicompost. es por ello que los parámetros físico químicos expresados en la *Tabla 2* se evaluará en el lodo inicial.

Tabla 2.

Parámetros fisicoquímicos a analizar en el lodo residual

Parámetro	Símbolo	Unidad
Potencial Hidrógeno	pH	
Conductividad eléctrica	C.E.	dS/m
Humedad	H	%
Materia orgánica	M.O.	%
Nitrógeno total	Nt	%
Relación C/N	C/N	
Capacidad de intercambio catiónico	CIC	%
Densidad aparente sobre materia seca (peso volumétrico)		kg/m ³

Fuente: NMX-FF-109-SCFI-2007

2.2. Determinación de parámetros a analizar del vermicompost

Los parámetros a ser evaluados en el vermicompost obtenido serán los mismos que fueron analizados en el lodo residual.

Los datos obtenidos del vermicompost serán comparados con los datos analizados del lodo residual, de esta manera para poder determinar la calidad del producto respecto a la NMX-FF-109-SCFI-2007 norma mexicana que establece las especificaciones de calidad

que debe cumplir el vermicompost. En la *Tabla 3* y *Tabla 4* se muestran las especificaciones de calidad para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del vermicompost respectivamente.

Tabla 3.

Especificaciones fisicoquímicas del vermicompost

Característica	Valor
Nitrógeno Total	de 1 a 4% (base seca)
Materia Orgánica	de 20 a 50% (base seca)
Relación C/N	≤ 20
Humedad	de 20 a 40% (sobre materia húmeda)
PH	de 5,5 a 8.5
Conductividad eléctrica	≤ 4dS/m
Capacidad de intercambio catiónico	> 40 cmol/kg
Densidad aparente sobre materia seca (peso volumétrico)	0,40 a 0,90 g/mL

Fuente: NMX-FF-109-SCFI-2007

Tabla 4.

Límites máximos permisibles para Especificaciones Microbiológicas

Microorganismo	Tolerancia
Escherichia coli	≤ 1000 NMP por g, en base seca
Salmonella spp	3 NMP en 4 g, en base seca
Huevos de helmintos variables	1 en 4 g, en base seca

Fuente: NMX-FF-109-SCFI-2007

La (OMS, 2019) menciona que al eliminar o reducir los patógenos, también se aminora el riesgo para las comunidades vecinas que podrían estar expuestas al peligro. El nivel del riesgo depende de la probabilidad de exposición de los seres humanos a los patógenos en los lodos.

2.3. Determinación de los tratamientos a emplear en los lodos residuales de una PTAR

Según el DS N° 015-2017-VIVIENDA que aprueba el Reglamento para el reaprovechamiento de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales indica que a efectos de los procesos de estabilización y/o de higienización, el productor de biosólidos está habilitado a mezclar los lodos con sustratos de complemento siempre y cuando se garantice la calidad final.

(Castañeda, 2018) aplicó 5 tipos de tratamientos a los lodos activados de una PTAR, estos tratamientos consistieron en usar 4 kg, 3 kg, 2 kg, 1 kg, y 0 kg de lodo activado respectivamente; también contó con 5 kg de RRSS orgánicos que fueron distribuidos en todas las composteras. Esta fórmula constó de: T1: 100% lodo + lombrices; T2: 75% lodo + 25% residuos orgánicos + lombrices; T3: 50% lodo + 50% residuos orgánicos + lombrices; T4: 25% lodo + 75% residuos orgánicos + lombrices y T5: 100% residuos orgánicos + lombrices.

(Marquina & Martínez, 2016) en su investigación realizó tratamientos de lodos residuales, la cual consistió en la instalación de cuatro camas experimentales: Cama 1 (100% de lodo residual + lombriz); Cama 2 (50% de lodo residual + 50% de compost + lombriz); Cama 3 (50% de lodo residual + 50% de estiércol de conejo + lombriz) y Cama 4 (50% de lodo residual + 25% de compost + 25% de estiércol de conejo + lombriz).

(Peña et al., 2015) en su trabajo de investigación titulada *Estabilización de lodos residuales municipales por medio de la técnica de lombricompostaje* evaluaron cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno: T1 (Lodo residual crudo), T2 (Lodo residual + lombrices), T3 (Lodo residual + composta + lombrices) y T4 (Lodo residual + materia vegetal fresca + lombrices).

considerando la literatura anterior se propone los siguientes tratamientos a emplear para este diseño:

- Tratamiento 1 (lodo residual + *eisenia foetida*)
- Tratamiento 2 (lodo residual + restos vegetales de cocina y rastrojos + *eisenia foetida*) que de aquí en adelante se denominará T1
- Tratamiento 3 (lodo residual + estiércol de caballo + *eisenia foetida*) de aquí en adelante se denominará T2

- Tratamiento 4 (lodo residual + guano de res + *eisenia foetida*) que de aquí en adelante se denominará T3

2.4. Diseño experimental a emplear

(Peña et al., 2015) en su trabajo de investigación titulada *Estabilización de lodos residuales municipales por medio de la técnica de lombricompostaje* evaluaron cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno: T1 (3L lodo residual crudo), T2 (3L Lodo residual + 50 lombrices), T3 (1.5 Lodo residual +1.5L composta +50 lombrices) y T4 (1.5 L Lodo residual + 1.5 L materia vegetal fresca + 50 lombrices).

(Romero, Suárez, Macías, Gomez, & Lozano, 2017) en su investigación titulada *Diseño experimental para la obtención de compost apto para uso agrícola a partir de lodo papeler Kraft* establecen un diseño experimental de 2 factores. Para la realización del experimento prepararon 8 mezclas de 6 kg cada una, teniendo en cuenta los tratamientos definidos por el diseño experimental (4 mezclas para compostaje y 4 mezclas para vermicompostaje), en el caso del vermicompostaje, en cada mezcla se agregaron 200 lombrices con un tamaño aproximado de 0.07 a 0.10 m y un peso entre 0.26 – 0.39 kg.

Respecto a la literatura anterior se plantea el siguiente diseño experimental:

Tabla 5.

Diseño experimental

Número de camas	Tratamientos	cantidad de lodo residual	Cantidad de Eisenia Foetida	Sustratos		
				Restos Vegetales de cocina y rastrojos	Estiércol de caballo	Guano de Res
1	T1	6 Kg	150 lombrices	--	--	--
2	T2	3 Kg	150 lombrices	3 Kg	--	--
3	T3	3 Kg	150 lombrices	--	3 Kg	--
4	T4	3 Kg	150 lombrices	--	--	3 Kg

Fuente: elaboración propia

2.5. Número y dimensión de las camas

Los tratamientos serán 4, cada uno de ellos se realizará en una cama, el cual consta de 50 % de lodo residual y 50 % de sustrato más *Eisenia Foetida* a excepción de la cama 1 que cuenta con 100% de lodo residual más *Eisenia Foetida*. Cada tratamiento tendrá 3 repeticiones, haciendo un total de 12 camas.

Para el diseño de las camas serán considerados las siguientes dimensiones: 0.5 m de ancho, 0.7 m de largo y 0.3 m de altura, la estructura básica de las camas consistirá en módulos de madera de 0.02 m de espesor, con piso de tierra y con un techo a una altura de 1.70 m; la separación entre camas será de 0.27 m y de cama hacia el perímetro de 0.29 m; contando con un área total de 11.73m².

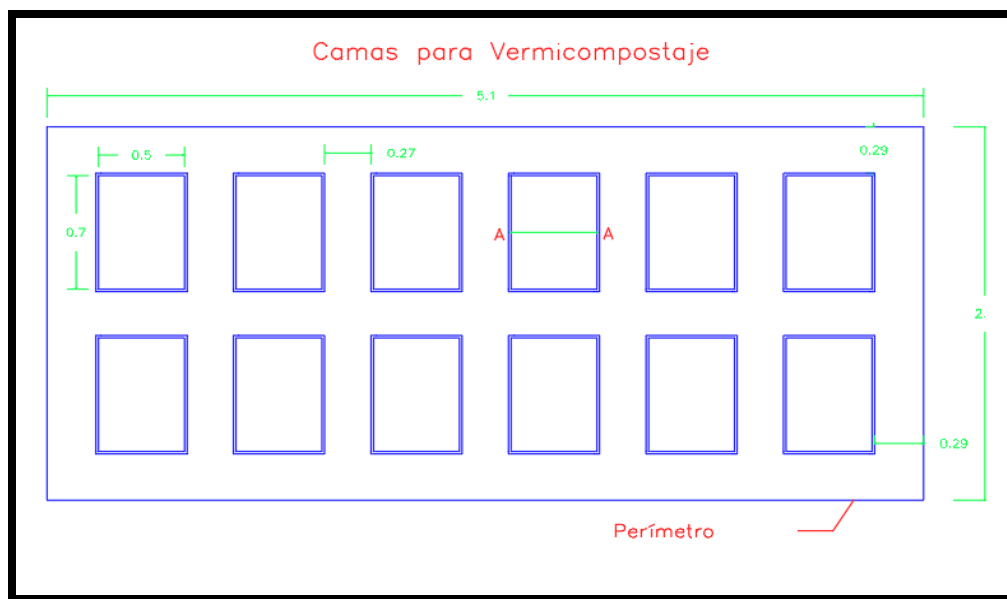


Figura 1. Diseño de las camas para el vermicompostaje, vista de planta.

En la *Figura 1* se visualiza las dimensiones de la cama para el vermicompostaje y el espacio entre camas, también se muestra el perímetro total que comprende el acondicionamiento del sistema, en analogía a (Romero et al., 2017) que establecen para 6 kg de mezcla 200 lombrices, así mismo consideran módulos de madera y polisombra para la estructura de las camas, piso compuesto de tierra y aproximadamente con un área de 0.6 m²/cama.

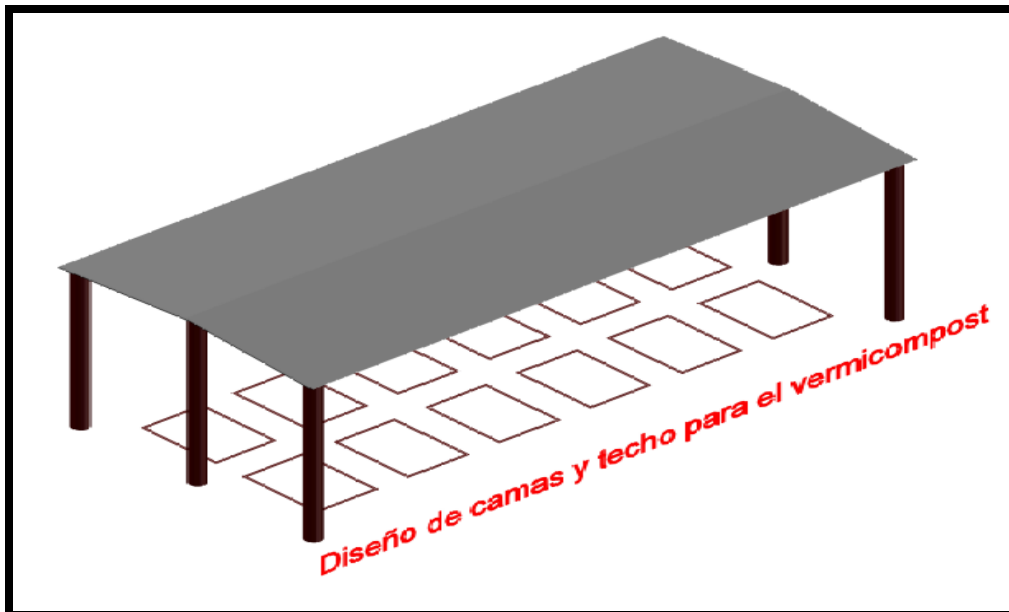


Figura 2. Diseño de cama y techo para el vermicompost.

En la *Figura 2* se visualiza el diseño de las camas para el vermicompostaje, así mismo se muestra el techo que comprende el acondicionamiento de las 12 camas, teniendo en cuenta las variables climatológicas del lugar, (Romero et al., 2017) consideró para su diseño y construcción de la compostera un techo de 2.80 m de altura.

2.6. Acondicionamiento de tratamientos

En la siguiente tabla se describe el acondicionamiento de los tratamientos T1, T2 T3 y T4.

Tabla 6.

Acondicionamiento de los tratamientos

T1	T2	T3	T4
Colocar una capa de 2 cm de aserrín en la base de la cama, con el fin de mantener la humedad	Colocar una capa de 2 cm de aserrín en la base de la cama, con el fin de mantener la humedad	Colocar una capa de 2 cm de aserrín en la base de la cama, con el fin de mantener la humedad	Colocar una capa de 2 cm de aserrín en la base de la cama, con el fin de mantener la humedad
Emplear el lodo residual sobre la capa de aserrín	Emplear el lodo residual sobre la capa de aserrín	Emplear el lodo residual sobre la capa de aserrín	Emplear el lodo residual sobre la capa de aserrín

Inóculo de la Eisenia Foetida de 150 unidades	Adicionar los restos vegetales de cocina y rastrojos con proporción de 50 % y 50 % respectivamente	Adicionar el estiércol de caballo	Adicionar el guano de res
Inóculo de la Eisenia Foetida de 150 unidades	Inóculo de la Eisenia Foetida de 150 unidades	Inóculo de la Eisenia Foetida de 150 unidades	Inóculo de la Eisenia Foetida de 150 unidades

Fuente: Elaboración propia

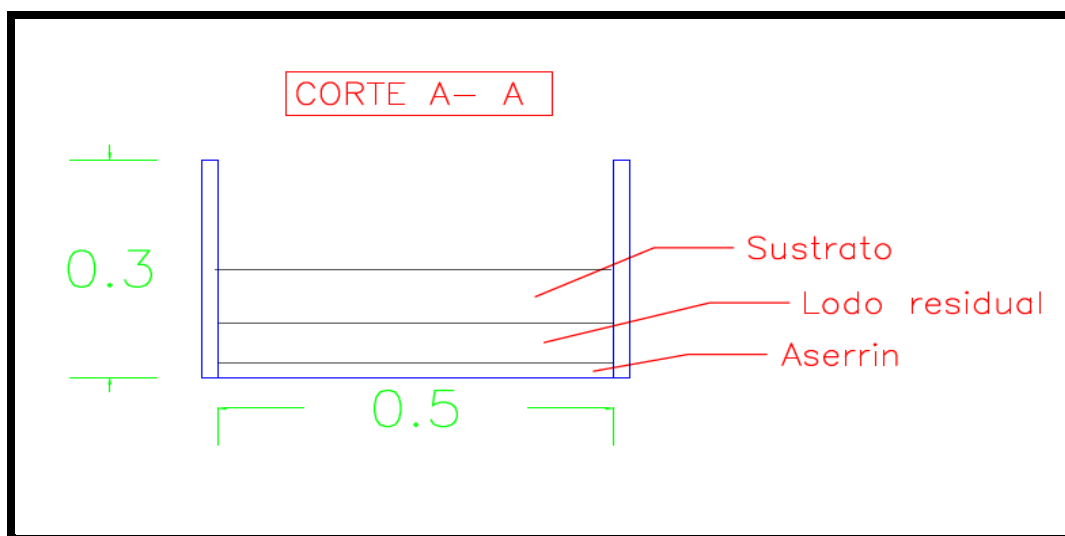


Figura 3. Vista de corte de la cama de vermicompost, respecto al acondicionamiento del tratamiento.

En la *Figura 3* se muestra las capas que compondrá cada tratamiento el cual consta de aserrín, lodo residual y sustrato respectivamente de manera ascendente. (Castañeda, 2018) preparó 5 mezclas que contuvieron diferentes proporciones de lodo activado y de la pre-composta, con 3 repeticiones cada una, haciendo un total de 15 camas acondicionadas para el humus. Todas ellas tuvieron una base de aserrín para mantener la humedad.

2.7. identificación de variables independientes / dependientes

La investigación será de diseño experimental, (Serrano et al., 2020) manifiestan que “la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variable de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y sus efectos en las conductas observadas”. por ello se consideran como variables independientes al T1, T2,

T3, T4 y las variables dependientes los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que a su vez se consideran como variables de respuesta.

3. CONCLUSIÓN

La investigación permitió realizar una propuesta de diseño un sistema de tratamiento de lodos residuales provenientes de una PTAR.

Como recomendación se sugiere seguir investigando y plantear nuevos diseños para el tratamiento de lodos residuales de una PTAR.

4. REFERENCIAS

- Avilés, E. (2011). *Determinación de la efectividad del proceso de lombricultura como tratamiento para la estabilización de lodos residuales provenientes de una planta de tratamiento de aguas*. Universidad Politécnica Salesiana. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1511>
- Castañeda, M. (2018). *Uso de la Lombriz Roja (Eisenia Foetida) en lodos activados de la PTAR “San Antonio de Carapongo” y residuos orgánicos para la producción de humus- Lima 2018*. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO. Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/34590/Castañeda_QWM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Esteller, M. V. (2002). Vulnerabilidad de acuíferos frente al uso de aguas residuales y lodos en agricultura. *Revista Latino-Americana de Hidrogeología*, 103–113. Retrieved from <https://revistas.ufpr.br/hidrogeologia/article/viewFile/2627/2169>
- Grajales, S., Monsalve, J., & Castaño, J. (2006). Programa de manejo integral de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la universidad tecnológica de pereira, (31), 285–290. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639049>
- Hurtado, A. M. (2015). *PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE BIOSÓLIDOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) CON VERMICOMPOSTAJE Y SU APLICACIÓN EN GERMINACIÓN, CASO PAÍSES EUROPEOS: ESPAÑA, REINO UNIDO, FRANCIA, PORTUGAL, ITALIA*. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/e856/379adfd97699161c9fc017d34a17cc8a9903.pdf>
- Limón, J. (2013). LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ¿PROBLEMA O RECURSO? Retrieved from http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_limon_trabajo_de_ingreso.pdf
- Marquina, F., & Martínez, J. (2016). *OBTENCION DE ABONOS ORGANICOS POR MEDIO DE LAS LOMBRICES “Eisenia foetida” A PARTIR DE LOS LODOS*

RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN ANTONIO DE CARAPONGO LIMA- PERU. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. Retrieved from <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/1745>

Moeller, G., Ferat, C., & López, R. (2000). I-169 - aplicación del procesamiento termico y alcalino para la desinfección de lodos residuales primarios. un estudio comparativo. *XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, (1), 1–5. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-169.pdf>

OMS. (2019). *Guías para el saneamiento y la salud*. Ginebra. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330097/9789243514703-spa.pdf?ua=1>

Peña, J. L., Ortega, M. M., Vera, A. mARGARITA, Sanchez, E., & Ortizz, M. L. (2015). Estabilización de lodos residuales municipales por medio de la técnica de lombricompostaje. *ReserarchGate*, (February).

<https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/267972657>

ESTABILIZACIÓN

Romero, A., Suárez, E., Macías, M., Gomez, Y., & Lozano, L. (2017). Diseño experimental para la obtención de compost apto para uso agrícola a partir de lodo papelero Kraft. *ESPACIOS*, 38(0798 1015), 1. Retrieved from <http://www.revistaespacios.com/a17v38n28/a17v38n28p01.pdf>

Serrano, A., García, L., Rodrigo, I., García, E., Gil, B., & Ríos, L. (2020). MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL. Retrieved from <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

SUNASS. (2015). DIAGNÓSTICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ÁMBITO DE OPERACIÓN DE LAS ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO. Retrieved from <https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>

Velesco, F., Molano, A., & Pramparo, L. (2019). Evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas para la remoción de carga orgánica

en industria de bebidas no alcohólicas. *Scielo*, 13(26), 17–26.

<https://doi.org/https://doi.org/10.31908/19098367.1150>