UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

PROPUESTA PARA LA GENERACIÓN DE BIOABONO A PARTIR DE LODOS DE TANQUES IMHOFF DE LA PARROQUIA DAYUMA, PROVINCIA DE ORELLANA.

AUTOR(ES):

Cují Cushqui Fátima Elizabeth
Sánchez Arrellano Emily Elizabeth

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Peñafiel Arcos Pedro Andrés

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con los criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	3,5/5	No se incluyó el enfoque y nivel de investigación que está descrito en el apartado de metodología.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	Mejoró, aunque persisten detalles en la redacción
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	12/15	No se incluyó los antecedentes.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Se incluyó lo solicitado

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23,5/25	Se subsanó parte de lo observado. Persiste problemas con la redacción y ortografía
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Se ajusta
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	Mejoró. Pero, persisten detalles en el Interlineado y en el uso de mayúscula sostenida en algunos títulos
VALORACIÓN TOTAL	92	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	92

Atentamente,

HAIDEE COROMO TO MARIN
Firmado digitalmente por HAIDEE COROMOTO MARIN
Fecha: 2022.02.28 09:31:57 -05'00'

HAIDEÉ COROMOTO MARÍN
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 28 días del mes de febrero de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

FORMATO 4

APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con lo establecido
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con lo establecido
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple con lo establecido
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con lo establecido
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Cumple con lo establecido

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Cumple con lo establecido
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con lo establecido
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con lo establecido
VALORACIÓN TOTAL	100/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100/100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JOSE GABRIEL CARPIO SALAS

ING. JOSE GABRIEL CARPIO SALAS
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 19 días del mes de febrero del 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE AMBIENTAL

Puyo, 03 de febrero de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Emily Elizabeth Sánchez Arellano, con C.I. 2200512263, con el Tema: "**Propuesta para la generación de bioabono a partir de lodos de tanques Imhoff de la Parroquia Dayuma, Provincia de Orellana**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente- director del Trabajo de Integración Curricular, Pedro Andrés Peñafiel Arcos, ha sido revisado mediante el sistema anti plagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 03 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
PEDRO ANDRES PENAFIEL ARCOS

Pedro Andrés Peñafiel Arcos

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular.

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Trabajo de integración curricular Sánchez & Cuji.docx (D126998497)
Submitted	2022-02-04T01:38:00.0000000
Submitted by	Pedro Peñafiel
Submitter email	ppenafiel@uea.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	ppenafiel.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://fundacionglobalnature.org/huertosdebiodiversidad/crea-una-vermicompostera/#:~:text=Consta%20de%20varias%20partes%253A%20una,la%20materia%20org%C3%A1nica%20en%20humus.Comision Fetched: 2022-02-04T01:38:00.0000000	1
W	URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000300475 Fetched: 2021-12-09T01:51:18.2230000	1
W	URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/265430/Guia_lodos_2017.pdf Fetched: 2020-12-30T18:35:34.7970000	1
W	URL: https://www.slideshare.net/JOSCARDENAS3/tratamiento-de-lodos-residuales-238433442 Fetched: 2022-02-04T01:38:49.2200000	1
W	URL: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20%20Lodos%20Funza.pdf Fetched: 2019-10-01T22:49:23.4970000	1
W	URL: http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/NO_Vol_I_21-30_2006.pdf Fetched: 2022-01-23T20:28:54.3030000	1
W	URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_lodos Fetched: 2019-09-25T04:31:49.3030000	3

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE AMBIENTAL

Puyo, 03 de febrero de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Fátima Elizabeth Cuji Cushqui, con C.I. 1805398888, con el Tema: "**Propuesta para la generación de bioabono a partir de lodos de tanques Imhoff de la Parroquia Dayuma, Provincia de Orellana.**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente- director del Trabajo de Integración Curricular, Pedro Andrés Peñafiel Arcos, ha sido revisado mediante el sistema anti plagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 03 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
PEDRO ANDRES PENAFIEL ARCOS

Pedro Andrés Peñafiel Arcos

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular.

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Trabajo de integración curricular Sánchez & Cuji.docx (D126998497)
Submitted	2022-02-04T01:38:00.0000000
Submitted by	Pedro Peñafiel
Submitter email	ppenafiel@uea.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	ppenafiel.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://fundacionglobalnature.org/huertosdebiodiversidad/crea-una-vermicompostera/#:~:text=Consta%20de%20varias%20partes%253A%20una,la%20materia%20org%C3%A1nica%20en%20humus.Comision Fetched: 2022-02-04T01:38:00.0000000	1
W	URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000300475 Fetched: 2021-12-09T01:51:18.2230000	1
W	URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/265430/Guia_lodos_2017.pdf Fetched: 2020-12-30T18:35:34.7970000	1
W	URL: https://www.slideshare.net/JOSCARDENAS3/tratamiento-de-lodos-residuales-238433442 Fetched: 2022-02-04T01:38:49.2200000	1
W	URL: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20%20Lodos%20Funza.pdf Fetched: 2019-10-01T22:49:23.4970000	1
W	URL: http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/NO_Vol_I_21-30_2006.pdf Fetched: 2022-01-23T20:28:54.3030000	1
W	URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_lodos Fetched: 2019-09-25T04:31:49.3030000	3

Propuesta para la generación de bioabono a partir de lodos de tanques Imhoff de la parroquia Dayuma, provincia de Orellana.

Fátima Cuji [1]
amb2017030@uea.edu.ec

Emily Sánchez 1
amb2015377@uea.edu.ec

Ing. Pedro Peñafiel, Msc[1]
ppenafiel@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencia de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental (1)

Resumen

Los lodos residuales generados en las dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) de la parroquia Dayuma, provincia de Orellana, actualmente no reciben ningún tratamiento, lo que genera una oportunidad perdida de reutilización de estos productos.
El presente trabajo presenta opciones de tratamiento de los lodos y su reutilización como abono orgánico. La investigación se realizó totalmente de manera bibliográfica mediante la revisión de documentos municipales, artículos científicos enfocados en el tratamiento biológico de lodos de PTARs, folletos técnicos y demás documentos de interés. Se analizó tres diferentes procesos de aprovechamiento de lodos residuales, como son el compostaje, vermicompost y órganominerales.
Como tecnología de tratamiento, se seleccionó al vermicompost ya que minimiza costos y tiene mejor adaptación para el lugar donde se realiza el proyecto. Se propone construir una vermicompostera con un costo de inversión total de 390 dólares, en donde se producirá abono orgánico con eficiencia de un 80%, el mismo que podrá ser utilizado por los agricultores de la parroquia o pueda ser comercializado.

Palabras Clave: PTAR, Vermicompost, Bioabono, Tanque Imhoff, fertilizante orgánico.

Abstract

The residual sludge generated in the two residual water treatment plants (WWTPs) of the Dayuma parish, province of Orellana, currently do not receive any treatment, which generates a lost opportunity to reuse these products.

This paper presents sludge treatment options and their reuse as organic fertilizer. The research was carried out entirely in a bibliographical manner through the review of municipal documents, scientific articles focused on the biological treatment of WWTP sludge, technical brochures and other documents of interest. Three different processes for the use of residual sludge were analyzed, such as composting, vermicompost and organominerals.

As treatment technology, vermicompost was selected since it minimizes costs and has a better adaptation to the place where the project is carried out. It is proposed to build a vermicomposter with a total investment cost of 390 dollars, where organic fertilizer will be produced with an efficiency of 80%, the same that can be used by the farmers of the parish or can be marketed.

Keywords: WWTP, Vermicompost, Biofertilizer, Imhoff Tank, organic fertilizer, sewage sludge.

1. INTRODUCCIÓN

La implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para realizar la limpieza de aguas usadas y de aguas residuales deja como subproductos lodos residuales, compuestos por una gran cantidad de materia orgánica, macro y micro nutrientes, microorganismo, agua, metales pesados y por agentes contaminantes de la acumulación de materia en suspensión, siendo así que estos lodos pueden llegar a convertirse en un gran peligro potencial para la salud del ser humano y para el ambiente (Idrovo & Bermeo, 2018).

La generación de lodos residuales cada año tiene un aumento debido al crecimiento poblacional. En Suramérica 16000 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) generan aproximadamente 7 millones de toneladas de lodos cada año. Por ello, en muchas ocasiones estos lodos son vertidos al drenaje, descargados a cuerpos de aguas superficiales y rellenos sanitarios, e incluso incinerados sin ningún tipo de medidas de protección adecuadas para evitar la polución ambiental (Castillo, Balarezo, Vinces , & Zambrano, 2020).

De igual manera, en Ecuador el manejo de lodos es un tema bastante descuidado principalmente por el escaso número de plantas de tratamiento de aguas residuales, (Oropeza, 2016). Actualmente, la gestión de lodos es uno de los problemas ambientales más complejos y preocupantes asociados al tratamiento de aguas residuales, ya que estos contienen microorganismos patógenos que constituyen riesgos para la salud y el ambiente (Sánchez , Saltos , Obando , & Rizo , 2020).

En la actualidad los lodos generados por una PTAR ya son considerados como un recurso reutilizable, debido a su contenido en propiedades benéficas como nutrientes, minerales y materia orgánica, las cuales pueden ser aprovechadas en la agricultura o mejoramiento de suelos (Castillo, Balarezo, Vinces , & Zambrano, 2020).

Existen investigaciones que mencionan varios procesos para la realización de bio abono mediante los lodos residuales. Uno de ellos es el compostaje la descomposición biológica de sólidos suspendidos (SS) en condiciones aeróbicas o anaeróbicas (Gualoto, 2016). De manera similar, el órganominerales que cosiste en la mezcla de materia orgánica con nutrientes como el nitrógeno (N). Por último, el vermicompost consiste en el proceso de descomposición biológica de SS en el que se agregan lombrices de tierra o estiércol bovino para acelerar el proceso de biodegradación.

La parroquia de Dayuma perteneciente a la provincia de Orellana presenta problemas con la acumulación de lodos en los tanques de oxidación del sector. Esta, al no contar con un adecuado sistema de gestión de lodos residuales que permita tener un manejo adecuado de estos fangos es altamente vulnerable a desarrollar contaminantes con base a la mala disposición de estos residuos, dañando y perjudicando a distintos recursos naturales.

El propósito de la presente investigación fue la aplicación del método de vermicompost en los tanques Imhoff de la parroquia Dayuma para obtener abono orgánico. Además con esta investigación se buscó proponer un método rentable, libre de patógenos y amigable con el medio ambiente que beneficie a la población de la parroquia, así también en beneficio de las entidades que son encargadas de la gestión de estos lodos, puesto que el producto resultante, es decir el bioabono puede ser utilizado en la remediación de los suelos, jardinería, agricultura, entre otros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada en el presente estudio es de alcance descriptivo con un enfoque cualitativo, el cual permitió ejecutar un estudio de procesos teóricos, históricos y analíticos. Este

desarrollo fue principalmente a través de revisión bibliográfica de temas relacionados con el presente estudio, permitiendo conocer e identificar problemas ambientales que ocasionan los lodos residuales que quedan como subproducto de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), proponiendo a su vez, alternativas que permitan su aprovechamiento y ayuden en la disminución del impacto ambiental que ocasiona su mala disposición final.

2.1 Determinación del manejo actual de los lodos residuales de la PTARs de la parroquia Dayuma, provincia Francisco de Orellana.

En esta etapa, se revisó documentos proporcionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de Dayuma, del cual, se consideró el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la actualización del año 2020, revisando su Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto "Instalación de tanques Imhoff en la parroquia Dayuma, provincia de Orellana", (Tabla 1), específicamente lo relacionado a las condiciones de las plantas de tratamientos de aguas residuales de la localidad.

Tabla 1 Fuentes de búsqueda

Bibliografía gris	
Títulos	**Fuente**
Estudio de impacto ambiental (EIA)	Gobiernos autónomos descentralizados de la parroquia Dayuma, Provincia de Orellana.
Informes referentes al tema	

Nota: Esta tabla muestra fuentes de bibliografía gris donde se obtuvo información del tema de estudio.

2.2 Análisis de alternativas de producción de bio abono a base de lodos residuales.

En este proceso se realizó una revisión bibliográfica de literatura científica revisando libros, artículos académicos, tesis, revistas científicas, entre otros. Para realizar la investigación mencionada se utilizó parámetros de búsqueda con palabras claves (Tabla 2). Esta revisión permitió identificar, describir y comparar objetivamente distintos métodos de generación de bioabono, y conocer alternativas que se le puede otorgar a los residuos de lodos de las plantas de tratamientos residuales.

Tabla 2 Bibliografía científica

Bibliografía científica	
Parámetros de búsqueda	**Base de datos**
• Lodos residuales • Bio abono • Vermicompost • Fertilizante orgánico	Web of Science Scielo Redalyc Scopus Sage
• Residual sludge • Bio fertilizer • Vermicompost • Organic fertilizer	

Nota: Esta tabla muestra los parámetros de búsqueda científica que se realizó en diferentes bases de datos.

Para conocer y analizar las distintas formas de elaboración de bioabono, se basó en la recopilación de información de distintos proyectos y artículos no mayor a tres años de antigüedad (Tabla 3), los cuales hayan implementado dicho recurso como materia prima., siendo así, el método de vermicompost el aplicado, considerando las características en que se encuentra el lecho de secado.

Tabla 3 ***Artículos científicos***

Titulo	**Autor/er**	**Año**
Destino de los antibióticos y los genes de resistencia a los antibióticos durante el co-compostaje aeróbico de residuos de alimentos con lodos de depuradora.	Chen Z, Li Y, Ye C, He X, Zhang S.	2021
Vermicompostaje a escala piloto de lodos de depuradora mezclados con estiércol maduro utilizando un reactor de lombriz de estructura compuesta de marco.	Hu X, Zhang T, Tian G, Zhang L, Bian B.	2021

El vermicompostaje para la valorización agrícola de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Argelia: impacto en el crecimiento de la habichuela Phaseolus vulgaris L.	Belmeskine H, Ouameur W, Dilmi N Aouabed A.	2020
Estabilización por vermicomposteo de lodos residuales aplicados en la productividad de albahaca	Reyes Araujo D, Mora Herrera M, Lugo J del Águila P.	2020
Efectos de los residuos de tetraciclina sobre la humificación, el perfil microbiano y los genes de resistencia a los antibióticos durante el vermicompostaje de lodos deshidratados	Xia H, Chen J, Chen X, Huang K, Wu Y	2019

Nota: Esta tabla muestra los artículos más relevantes que se utilizaron para conocer distintos procesos con lodos residuales en la elaboración de fertilizante orgánico.

2.3 Proceso de generación de bioabono.

Para el implemento de un proceso adecuado en producción de bio abono, se consideró la literatura científica que indiquen las condiciones óptimas que debe poseer el sistema de vermicompost, adaptándola a las condiciones del lugar de estudio. Para el criadero de lombrices californianas, se revisó manuales de la producción de lombricultora proporcionados por el vivero del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Orellana (GAPO).

De igual forma, la documentación otorgada por el GAD parroquial de Dayuma y documentación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) permitió la identificación de las características de la zona y de los tanques Imnoff empleados en sistema de tratamiento de aguas residuales, obteniendo así las dimensiones y el área para el diseño de instalaciones de la caseta del sistema de bioabono.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación del manejo actual de los lodos residuales de la PTARs de la parroquia Dayuma, provincia Francisco de Orellana.

Actualmente, los lodos residuales de las plantas de tratamientos de aguas residuales (PTARs) analizadas están siendo evacuados periódicamente por un hidro succionador,

para su posterior disposición final. Esto genera una oportunidad perdida en términos de reutilización de estos productos. Según datos obtenidos por el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), del proyecto "Instalación de tanques Imhoff en la parroquia Dayuma, provincia de Orellana", en donde en dicho documento nos indica que se generan 6,39 m^3 de lodos/año, es decir 0,02 m^3 lodo/día en la producción de fangos de las dos plantas de tratamientos de aguas residuales (PTAR), por lo que nos facilita la cantidad de lodos residuales que se va a procesar como bioabono (GADP, 2020).

Las condiciones que se encuentran las plantas de tratamiento son las indicadas, ya que tienen una inspección anual de cumplimiento de los Plan de Manejo Ambientales (PMA). Asu vez cuenta con un administrador que se encarga de mantener y cuidar el lugar en óptimas condiciones.

3.2. Análisis de alternativas de producción de bioabono a base de lodos residuales.

Los fertilizantes químicos son sustancias de mayor uso en la agricultura para el crecimiento de los cultivos, sin embargo, es de alto riesgo para la salud humana y ambiental, por lo cual hoy en día se habla de sostenibilidad en la producción agrícola como alternativa para evitar la degradación del suelo, a través de nuevas tecnologías y métodos como el bioabono orgánico (Ramos & Terry , 2017).

Actualmente existen varios métodos para realizar bio abono entre los que destacan el bio compostaje, que aprovecha los lodos residuales para la descomposición natural de la materia orgánica hecho por los organismos descomponedores (bacterias, hongos), y por pequeños animales detritívoros como lombrices y escarabajos. Su procedimiento consiste en tres fases (latencia, termófila y maduración) dependiendo de las condiciones climáticas adecuadas pueden efectuar su función sin problemas (Lugo, Águila, & Vaca, 2017).

El vermicompost en cambio es otro método que realiza la descomposición de la materia orgánica realizado únicamente por la actividad de algunas lombrices en especial del género *Eisenia,* siendo la lombriz californiana (*Eisenia Foetina*) las más utilizadas, facilitando el proceso de una manera eficaz (Reyes S. , 2020).

Tabla *4* *Análisis de diferente proceso para abonos orgánico*

Proceso de tratamiento	Eficiencia de remoción de contaminantes	Tiempo de procesamiento	Demanda económica
Compostaje[1]	80%	3 meses	$40 – $80
Vermicompost[2]	80%	3 meses	$30– $90
Órganominerales [3]	70%	5 meses	$500 - $600

Nota: El cuadro muestra la comparación de tres procesos de tratamiento para el desarrollo de un bioabono.

La eficiencia que presentan estos tres procesos de tratamiento es favorable para tratar la acumulación de estos lodos. Por lo mismo se analizó aspectos de cada proceso con la finalidad de utilizar el proceso más factible y aplicarlo como tratamiento de bioabono; El tiempo de procesamiento y la demanda económica es otro de los factores a evaluar por lo que el vermicompost es el método más eficiente para aplicarlo al proyecto.

3.2.1 Proceso específico de aprovechamiento de los lodos

El vermicompost se ha considerado el método más factible para el tratamiento de lodos residuales domésticos, tomando en cuenta la temperatura donde se implementará el proyecto, y la cantidad de materia orgánica a generar. En la tabla 5, se muestra las condiciones ambientales adecuadas como paramétricas y características ideales para una producción optima de bioabono (Reyes & Mora, 2019).

Tabla 5 *Condiciones Ambientales*

Parámetro	Rango ideal
Humedad	70%-80%, ésta es la humedad máxima, ya que la lombriz respira por la piel, y humedad más alta impediría su respiración.
Temperatura	20-30°C
pH	5-8,5. Se debiera verificar con una cinta indicadora el pH antes de alimentar la lombriz

[1] (Velazco & Volke , 2019). El composteo: Una alternativa tecnológica biorremediación en suelos.
[2] (Hu, Zhang , Tian, Zhang Liamin, & Biah , 2021). Vermicompostaje a escala piloto de lodos de depuradora mezclados con estiércol maduro utilizando un reactor de lombriz de estructura compuesta de marco.
[3] (Jhonson.c, 2018). Los órgano minerales y su interés en el mundo del fertilizante

Luz	La lombriz es fotosensible, por lo que siempre preferirá ambientes oscuros.

Fuente: (Román & Pantoja, 2017).

3.2.2 Condiciones para el criadero de las lombrices californianas.

Uno de los problemas más visibles para la implementación del sistema de vermicompost es la humedad, ya que no coinciden con las condiciones de la parroquia Dayuma, por lo que se ha optado por tener un riego manual de agua constante en el área donde se va a implantar el criadero de lombrices, teniendo un costo de $8 mensuales por la cantidad de agua que se va ha utilizar. (Román & Pantoja, 2017).

El lugar donde se implemente el criadero de reproducción de lombrices no debe contar con la presencia de luz, ya que son foto fóbicas y a su vez no requiere de gastos excesivos debido a que la cría de lombrices californianas (*Eisenia Foetina*) se obtiene de manera comercial. Se puede conseguir en locales de insumos agrícolas, en los cuales posee un costo entre $8 hasta $10 dólares; es recomendable empezar con un kilogramo (Kg) por metro cuadrado (m2) del lecho.

Las lombrices son capaces de procesar una gran cantidad de materia orgánica. El porcentaje de supervivencia de las lombrices californianas (*Eisenia Foetina*) es de un 98%, por eso el trabajo de bioadsorción que realizan a los lodos mediante el vermicompostaje resulta favorables en el área de la agricultura. Para optimizar la presencia de insectos y malos olores se quiere alimentar básicamente con restos de materia orgánica como los residuos vegetales domésticos no cocinados, pequeñas cantidades de papel o cartón, así también, como restos de plantas y flores de jardín. Evitando alimentarlas con carne, pescado, comida caliente y derivados de alimentos ácidos (Zuñiga, Broetto, Zabott, & Broetto, 2019).

3.3 Diseño: lugar donde se va a realizar el bioabono.

La ubicación de las plantas de tratamiento en las dos secciones (A y B) tiene un área de 700 m^2 cada uno, (GADP, 2020). Ante esto, se propone realizar la caseta general en el área de la sección A (Anexo2-imagen 1) dentro de los 200 m^2 para el proceso de bioabono y crianza de las lombrices californianas. Para ello, la tabla 6 detalla el presupuesto para la construcción de esta.

Tabla 6 ***Presupuesto para la construcción del diseño de la caseta***

MATERIALES	CANTIDAD	COSTOS $
Madera	100	100,00$
Clavos	500	10,00$
Zinc	4	8.50 unidad/ 60,00$
Puerta	1	40,00$
Mano de obra	2	120,00$
Total		340,00$

Nota: Esta tabla contiene información del presupuesto para la construcción de la casera en donde se llevará a cabo el bioabono.

3.3.1 Procedimiento del vermicompost

Hoy en día se piensa que hacer vermicompost es una tarea complicada y sucia que genera mal olor, pero en realidad es todo lo contrario. De acuerdo con (Kushka, 2020), indica que si la materia se descompone fácilmente no tiene por qué desprender mal olor fétido. A continuación, se describe consideraciones a tomar a la hora de elaborar el sistema vermicompost.

Al elegir el lugar se recomienda que este tenga sombra, por consiguiente, se lo tiene que realizar dentro de una caseta para la protección de la lluvia y el sol. Es así como, al armar la vermicompostera se lo puede realizar de manera manual o fabricada. En este caso se efectuará de manera artesanal, en la tabla 7 detalla los materiales y costos.

Tabla 7 ***Materiales y costo de vermicompostera.***

Materiales	Cantidad	Costo $
Gavetas de madera	4	20,00$
Recolector de líquido lixiviado de plástico	1	5,00$
Tapa de madera	1	3,00$
Mallas	3	6,00$
Total		**34,00$**

Fuente: (Venezuela, 2021)

Para construir la vermicompostera, se debe tener presente las condiciones de aireación, drenaje, temperatura, humedad y la ausencia de luz que anteriormente se mencionó (Venezuela, 2021). El recipiente debe contar con una salida de lixiviados (abono liquido), a su vez, añadir como mínimo dos compartimientos separados por pequeños agujeros. Finalmente, se tiene que colocar una cubierta para mantener las condiciones y producir un buen bioabono.

La vermicompostera consta de dos partes: superiores e inferiores (Imagen 2) en la parte superior es donde van a incluir a las lombrices junto con la materia orgánica a descomponer, y en la parte inferior se recolectará el lixiviado que se produzca durante la transformación de la materia orgánica en humus (Cáceres, 2020).

Sumado a lo anterior, se coloca una caja sobre otra realizando orificios pequeños para favorecer la aireación, evitando la salida a los anelidos. En el fondo del recipiente deberán colocarse 15 cm de grava aproximadamente que servirá de filtro de los lixiviados impidiendo el paso de las lombrices, para esto, se utilizará por encima de la caja una malla pequeña con el fin de no se mezclar el vermicompost con la grava.

Por consiguiente, en la primera capa colocará una "cama” hecha con turba o fibra de coco que debe estar húmeda antes de ubicarla en la base, contando con uno o tres dedos de profundidad en donde se sitúan las lombrices, para que se adapten al lugar donde están establecidas un día antes de agregar el lodo residual del lecho de secado (Venezuela, 2021).

Posteriormente, a los 2 días se debe adjuntar el lodo residual, considerando que a misma cantidad de lombrices misma cantidad de lodo (Venezuela, 2021). Cabe recalcar que cada vez que se vaya a añadir más materia orgánica se debe colocar la misma capa del mismo material que se optó por utilizar para fabricar la primera cama (Nacional, 2020).

Por último, al cabo de dos o tres semanas en la bandeja del fondo deberá empezar a acumularse un líquido (heces) que segregan las lombrices. Para extraer el vermicompost maduro se necesita mezclar con el lodo residual restante ya convertido en bioabono, debido a que la función de la lombriz es alimentarse de todos los microorganismos que lo vuelve un buen fertilizante (Hu, Zhang , Tian, Zhang Liamin, & Biah , 2021).

Con ello, al implementar un sistema de vermicompost con el fin de reducir los lodos

residuales de la parroquia Dayuma, podría otorgarse un aprovechamiento de un nuevo recurso reduciendo una problemática habitual que se da por los residuos de las PTAR, así mismo, minimizando la contaminación ambiental y promover la economía en zona agrícola. (Díaz, Velíz , & Ballesteros , 2019)

4. Presupuesto total del proyecto

Los costos de realización del proyecto no son muy altos, comparados con otros sistemas de tratamiento de materia orgánica derivado de lodos residuales, (tabla 4). El uso del vermicompost mejora considerablemente las características del suelo, ayudando a la calidad del sustrato y principalmente la fertilidad de la tierra para una producción más sana.

Tabla 8 ***Costo y materiales del proyecto.***

Materiales	Cantidad	Valor unitario$	Valor subtotal $
Vermicompost	1	34,00$	34,00$
Lombrices	2kg	8,00$	16,00$
Caseta	1	340	340,00$
	Valor total		390,00$

Nota: La tabla contiene información del costo y los materiales que se van a utilizar en el presupuesto total del proyecto.

La producción del lecho de secado al generar 0.02 m3 lodo/ día, equivale a 20 litros, los cuales son procesados por la vermicompost, dando como resultado 7,300 litros anuales de lodos residuales. Teniendo en cuenta el análisis que se investigó (tabla 4) tiene una eficiencia de 80% por lo que la producción de bioabono anualmente por cada vermicompostera va a hacer de 5.840 litros, para el consumo agrícola de la parroquia de Dayuma. Incluso, se puede aprovechar para la venta de este producto como un fertilizante orgánico para ejercer economía para la ciudad y pueda ser un proyecto sustentable ambiental y socio económico.

5. CONCLUSIONES

La investigación realizada respecto a los lodos residuales generadas por los tanques Imhoff de la parroquia Dayuma, se considera altamente aprovechable debido a que estos fangos de origen domésticos son más utilizables por su alto grado de materia orgánica y características, siendo eficaz para el desarrollo de bioabono. Además, sirven como alimento de lombrices californianas usadas para creación de fertilizante orgánico.

El proceso de vermicompost resulta favorable para el desarrollo de un bioabono esto por la composición de la materia prima (lodos residuales), costos y buena adaptación que puedan presentar la lombriz (*Eisenia foetida*) por las características, físicas, microbiológicas y meteorológicas.

El uso y desarrollo de un bioabono reduce el impacto ambiental que beneficia a los habitantes de la parroquia Dayuma, ya que disminuye considerablemente los daños ambientales que representan estos fangos por el exceso de malos olores, contaminación en cuerpos hídricos, o la acumulación de mosquitos por el tratamiento que se realiza a las agua residuales, un peligro para la salud de la población, Los sectores con mayor beneficio son para el área de la agricultura por ser un fertilizante natural que ayuda en la productividad de los suelos con deficiencia nutricional, a su vez al ser un abono natural, los benéficos ambientales y socioeconómicos ayudada a que el proyecto sea más sostenible.

Finalmente, se concluyó que el proceso de vermicompost puede generar entre 5.840 litros anuales de bio abono por cada vermicompostera una cantidad considerable, teniendo en cuenta la inversión general de 390 dólares, estos datos nos indica que la propuesta puede ser de más interés para el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de Dayuma.

REFERENCIAS

Amador Díaz , A., Veliz Lorenzo , E., & Batallares Vante, M. (2017). Tratamiento de lodos, generalidades y aplicaciones. *Revista CENIC Ciencias Químicas, Vol. 46, 2015.*

Balboa , H. M. (2017). Obtención de Bioabono por Digestión Anaerobia. *Revista Tecnológica v.13 n.19 La Paz 2017*.

Blanco, D. (2017). Manual para el diseño, montaje y operación de digestores, bioma, biabono. *Indio Hatuey*.

Cáceres, E. (23 de Septiembre de 2020). *Huertos de Bio diversidad* . Obtenido de Huertos de Bio diversidad : https://fundacionglobalnature.org/huertosdebiodiversidad/crea-una-vermicompostera/#:~:text=Consta%20de%20varias%20partes%3A%20una,la%20materia%20org%C3%A1nica%20en%20humus.

Castillo, G., Balarezo, D., Vinces , B., & Zambrano, A. (2020). Alternativas en la estabilización de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. *Revista en investigación de energia.*, 1-3.

Díaz, A., Velíz , L., & Ballesteros , M. (2019). Tratamiento de lodos, generalidades y aplicaciones. *Revista CENIC Ciencias Químicas, Vol. 46, 2015.*

Elizabeth, T. (2016). Fosas sépticas. *Sitema y Técnologias de Saneamiento*.

GADP, G. A. (2020). *Estudio de impacto ambiental.* Orellana.

Gálvez Huerta, M. (2016). Intalaciones y Servicios Técnicos . *Madrid - Escuela Técnica Superir de Arquitectura* .

Gualoto, J. (Diciembre de 2016). *Propuesta de Gestion de lodos residuales Municipales* . Obtenido de Propuesta de Gestion de lodos residuales Municipales : https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17066/1/CD-7650.pdf

Hu, X., Zhang , T., Tian, G., Zhang Liamin, & Biah , B. (2021). Vermicompostaje a escala piloto de lodos de depuradora mezclados con estiércol maduro utilizando un reactor de lombriz de estructura compuesta de marco.

Idrovo, P., & Bermeo, M. (2018). *Aprovechamiento de lodos residuales.* Obtenido de Aprovechamiento de lodos residuales: http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20868/1/Tesis.pdf

Instituto Nacional de Asuntos Urbanos (NIUA) . (2018). Gestión de Lodos fecales y residuos sépticos . *Instituto Nacional de Asuntos Urbanos*.

Jhonson.c. (2018). *Los organominerales y su interés en el mundo de la fertilización*. Obtenido de https://www.3tres3.com/articulos/los-organominerales-y-su-interes-en-el-mundo-de-la-fertilizacion

Kushka. (2020). Cultivo Organico. *Dinafem SeeDs*, 1-5.

Lesikar , B., & Enciso, J. (2016). FOSA SEPTICA Y CAMPO DE ABSORCIÓN. Obtenido de http://agrilifecdn.tamu.edu/envsys/files/2016/03/L5227S.pdf

Lizarazo, J. (2017). LODOS ACTIVADOS: DEFINICION, CLASIFICACION Y TIPOS. *Blog Fibras y Normas*.

Lugo, J., Águila, P., & Vaca, R. (2017). Abono organico, Lodo Residual y estiercol Equinoa traves de vermicompost. *Scielo*, 1-6.

Mosquera, B. (2020). Abonos organicos. Protegen el suelo y garantiza alimentacion sana. *FONAG (Fondo para la proteccion del agua)*, 5.

Nacional, C. C. (2020). *Vermicompostaje*. Obtenido de Vermicompostaje: https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/sostenibilidad/vermicompostaje.pdf

Oropeza, G. N. (2016). Lodos residuales: estabilizacion y manejo. *Caos Ciencia*.

Paredes, P. (2017). *Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado.* Obtenido de Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado.: https://doi.org/10.15381/idata.v17i2.12050.

Perez, M. E. (2016). *Tratamiento de lodos residuales procedentes de plantas de tratamientos de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de mteales pesados (PB)*. Obtenido de Tratamiento de lodos residuales: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12045

Ramos, D., & Terry , E. (2017). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Scielo*, 1-4.

Reyes, D., & Mora, E. (2019). Estabilización por vermicomposteo de lodos residuales . *Scielo*, 1-11.

Reyes, S. (2020). *Manual basico para hacer Vermicompost.* España: Ayuntamiento san sebastian de los reyes .

Rojas Romero, J. (2018). Lagunas de estabilizacion de aguas residuales. *Editorial Escuela Colombia de Ingenieria*.

Román, P., & Pantoja, A. (2017). *Manual de compostaje Agricola.* Chile: ISBN 978-92-5-307844-8 .

Sánchez , J., Saltos , L., Obando , M., & Rizo , H. (2020). Alternativas en la estabilización de lodos. *Revista RIEMAT*, 1-6.

Sosa Espinoza , C. F. (2017). ELABORACION DE ENSILADO BIOLÓGICO A PARTIR DE RESIDUOS DE PAICHE.

Torres, M. (2017). *Facultad de ingienería.* Obtenido de Facultad de ingienería: https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6593/1/6092218-2017-2-IQ.pdf

Valera, M. (2021). El compost o comverir tus residuos organicos en abono natural . *Hablandoen Vidrio* .

Velazco , J. A., & Volke , T. L. (2019). El composteo: Una alternativa tecnológica biorremediación en suelos. *Gaceta Ecológica* , 41-44.

Venezuela, E. (22 de Agosto de 2021). *Portal frticola.com*. Obtenido de Portal frticola.com: https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/22/manual-de-vermicompostaje-como-hacer-vermicomposteras-y-humus-de-lombriz-guia-practica/

Zuñiga, A., Broetto, F., Zabott, R., & Broetto, F. (2019). Uso de lodos residuales como fertilizante en eucalipto - diagnóstico de investigación. *Scielo*, 3.

ANEXO 1

MARCO TEORICO

1. Fundamentación teórica.

1.1 Tanque Imhoff

Es un sistema para el tratamiento primario donde se acumulan aguas negras de origen domésticas, es decir es en donde se realiza la transformación y separación físico – químico de las materias orgánicas que contiene las aguas, separando los sólidos de las aguas residuales. (Lesikar & Enciso, 2016)

1.1.1.1 Diseño. -

(Gálvez Huerta, 2016), plantea lo siguiente, para que un tanque séptico tenga un buen funcionamiento deber tener un tamaño y construcción apropiada, para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Diseño hermético con estructura estable
- Tamaño apropiado del tanque
- Textura del suelo
- Carga hidráulica
- Tamaño del campo de absorción
- Construcción del tanque.

1.1.1.2 Mantenimiento. -

Para el buen funcionamiento de estos pozos es necesario hacer revisiones periódicamente. A medida que la cantidad de lodos aumenta, disminuye el tiempo de las aguas negras en los tanques aumentado las posibilidades de que los sedimentos se escapen. Y las aguas residuales se va directamente hacia otras áreas y estas no se podrían tratar de forma adecuada.

- Mantenimiento por lo menos una vez al año
- Revisión del nivel de lodos en el fondo a través de (T’s)
- Control del espesor de las natas flotando
- Limpieza de los pozos al final del periodo del diseño
- Limpieza en periodo seco
- Sacar los lodos “viejos” del tanque

- Extracción de los sedimentos y/o solidos del fondo del tanque y las natas que flotan
- Tratar los líquidos y lodos extraídos (Elizabeth, 2016).

1.2 Lodos. -

Se define a lodos como una mezcla que contiene fase sólida suspendida entre un medio líquido y proceso de tratamiento, la fase sólida. Los lodos están formados por sustancias contaminantes y peligrosas para la salud humana, por tal motivo deben ser tratadas (Amador Díaz , Veliz Lorenzo , & Batallares Vante, 2017).

1.2.1.1 Lodos urbanos. -

Mediante el tratamiento de aguas negras, conocidas como aguas residuales genera aglomeración urbana en los diferentes procesos de tratamiento de aguas, es la generación como subproducto de deferentes tratamientos que tienen las aguas negras, principalmente proviene de lagunas de oxidación, tanques sépticos y de plantas depuradoras (Lizarazo, 2017).

1.2.1.2 Composición de lodos

En el tratamiento de aguas residuales domésticas, la composición de lodos generados presenta las siguientes características:

Tabla 9 ***Composición de lodos de aguas domesticas***

Parámetros	**Lodos primarios**
Ph	5.5 – 6.5
Contenido de aguas (%)	92 – 96
SSV(%SS)	70 – 80
Carbohidratos(%SS)	8 – 10
Proteínas(%SS)	4 – 14
Grasas(%SS)	12 – 14
Fósforo(%SS)	0.5 – 1.5
Nitrógeno(%SS)	2 – 5
Bacterias patógenas (NMP/100ml)	103 – 105

Fuente. - (Blanco, 2017)

1.3 Tratamiento de lodos

Los lodos producidos en las plantas de tratamiento de aguas residuales durante el proceso en la fase primaria, secundaria, y terciaria en donde involucra procesos químicos, físicos y biológicos. Los lodos extraídos de los diferentes procesos de tratamiento de aguas ya sea domesticas o industriales, tiene un contenido solido de entre 0.25 y 12% en su peso.

Estos lodos como subproducto de las aguas residuales deben ser estabilizados, tratados y desinfectados antes que llegue a su disposición final (Rojas Romero, 2018).

1.3.1.1 Estabilización del lodo

En esta estabilización se requiere reducir la presencia de patógenos, eliminar la generación de olores desagradables, reducir su potencial de putrefacción.

Existen medios de estabilización muy efectiva para llevar a cabo la reducción biológica de material volátil, la oxidación química y de agentes químicos que hacen que el lodo no sea adecuado para el desarrollo de microorganismos (Instituto Nacional de Asuntos Urbanos (NIUA) , 2018).

Las técnicas más usadas para la estabilización de lodos son las siguientes:

- Digestión anaerobia
- Digestión aerobia
- Estabilización por cal
- Tratamientos térmicos
- Estabilización por incineración
- Estabilización por compostaje
- Estabilización por vermicompostaje. (Sosa Espinoza , 2017).

1.3.1.2 Compostaje. -

Es un abono orgánico que se obtiene a partir de la descomposición natural por presencia de oxígeno de residuos orgánicos esto por medio de microorganismo como son las bacterias o los hongos que son el compostaje. (Valera, 2021).

1.3.1.3 Bio abono. -

Según (Balboa , 2017), establece que se conoce como bio abono a fertilizantes que en la actualidad se están utilizando como fuentes alternativas para el desarrollo de abono

amiga con el ambiente, es decir que sirva como alternativa para evitar la erosión de los suelos que son contaminados por exceso del uso de abono con químicos que son aún más agresivos.

1.3.1.4 Abonos orgánicos. -

Es la mezcla de la mineralización y degradación de residuos orgánicos y de restos leñosos los mismo que se aplican a los suelos con el objetivo de mejorar sus componentes físicos, químicos y biológicos. Estos aportan nutrientes incrementa la actividad microbiana de los suelos por su alta concentración de materia orgánica y microorganismo y son bajos en elementos inorgánicos (Mosquera, 2020).

1.3.1.5 Vermicompostaje

El vermicompostaje es producto de la descomposición de los lodos residuales con ayuda de ciertas especies de lombrices del género *Eisenia*, como son la lombriz roja californiana, la misma que facilita el proceso permitiendo un desarrollo más acelerado y eficiente al momento de tratar lodos (López & Herrera, 2019).

Anexo 2.

Imagen 1 Ubicación de los tanques Imhoff



Sección A Sección B

Imagen 2 Dimensiones de la vermicompostera.

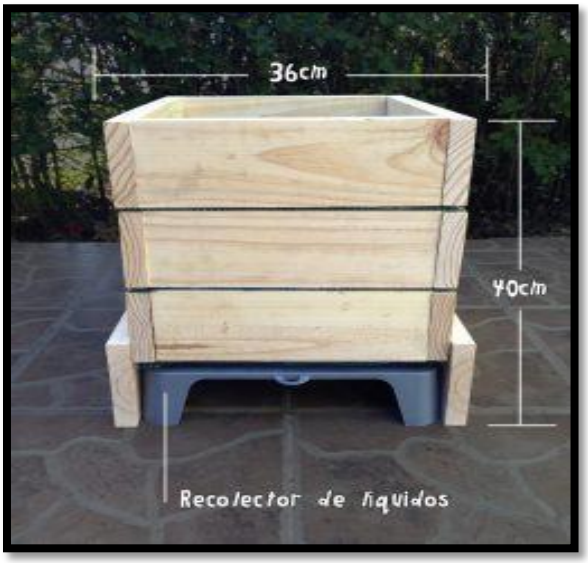

Imagen 1 Partes de la vermicompostera

