



Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Unidad de Educación a Distancia y en Línea

Carrera de Agronegocios

Evaluación y Análisis Físicoquímico de Abono Orgánico del Centro
Integral de Manejo de Residuos Sólidos del Municipio de Loja

Trabajo de Integración Curricular
previa a la obtención del título de
Licenciada en Agronegocios

AUTOR:

Paula Michelle Ocampo Carchi

DIRECTOR:

María José Valarezo Ulloa, PhD

Loja - Ecuador

2023-2024

Certificación

Loja, 22 de octubre de 2024

Ing. María José Valarezo Ulloa, PHD.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del trabajo de Integración Curricular: **“Evaluación y Análisis Físicoquímico del Abono Orgánico del Centro Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja”**, previo a la obtención del título de **Licenciado en Agronegocios**, de la autoría de la estudiante **Paula Michelle Ocampo Carchi**, con **cédula de identidad Nro. 1104725492** una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, Paula Michelle Ocampo Carchi, declaro ser autora del presente trabajo de integración curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí del trabajo de integración curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**PAULA MICHELLE
OCAMPO CARCHI**

Cédula de Identidad: 1104725492

Fecha: 22 de octubre de 2024

Correo electrónico: paula.ocampo@unl.edu.ec

Teléfono o Celular: 0963821626

Carta de autorización del trabajo de integración curricular por parte del autora para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo

Yo **Paula Michelle Ocampo Carchi** declaro ser autora del trabajo de integración curricular titulado : “**Evaluación y Análisis Físicoquímico del Abono Orgánico del Centro Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja**” como requisito para optar el título de **Licenciado en Agronegocios** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de integración curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte dos días de Julio del dos mil veinte cuatro

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**PAULA MICHELLE
OCAMPO CARCHI**

Autor: Paula Michelle Ocampo Carchi

Cédula: 1104725492

Dirección: San cayetano alto vía nueva Zamora Correo electrónico: paula.ocampo@unl.edu.ec

Teléfono: 611046 Celular: 0963821626

DATOS COPLEMENTARIOS:

Directora del trabajo de integración curricular: Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD.

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a Dios, primeramente, por darme la vida, por formar parte de ella y guiarme en todo momento.

A mis padres, Raúl Ocampo quien siempre ha estado ahí apoyándome en cada momento dándome fuerza para no rendirme, este logro te lo dedico a ti por ser un gran padre por darme tu amor y esfuerzo, a mi esposo quien ha sido un apoyo importante en mi vida, hermanos y hermanas quien siempre me han apoyado y me han animado a seguir adelante, y a mi mayor milagro que Dios me ha dado mi hijo Sebastián quien ha sido siempre mi impulso para no desmayar y poder lograrlo. Gracias por estar a mi lado y darme la fuerza para llegar a cumplir otra meta más en mi vida.

Paula Michelle Ocampo Carchi

Agradecimiento

Agradezco a las autoridades de la Universidad Nacional de Loja de la modalidad de estudios a distancia y a los docentes por sus valiosos aportes brindados durante el periodo de estudio.

De manera muy especial a la Ing. María José Valarezo quien me apoyo durante el desarrollo de esta investigación y supo guiarme durante la elaboración de presente proyecto de investigación.

Al Centro Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja quienes me facilitaron todas las disposiciones para que realice la investigación.

Gracias a todas las personas que estuvieron brindando apoyo en el transcurso de mi formación académica.

Paula Michelle Ocampo Carchi

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría	iii
Carta de autorización del trabajo de integración curricular por parte del autor (a) para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos	i
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de Anexos.....	x
1. Título:	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	9
4.1. Investigaciones previas	9
4.2. El suelo.....	10
4.3. Degradación del suelo	10
4.4. ¿Qué son los desechos orgánicos?.....	11
4.5. Procesos de descomposición de la materia orgánica.....	11
4.6. Abonos orgánicos.....	12
4.6.1. Clasificación	12
4.7. Análisis fisicoquímicos de abonos orgánicos.....	13
4.8. Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica -	

ecológica - biológica en el Ecuador	14
4.9. Cómo tomar muestras para realizar exámenes del abono orgánico	15
4.10. ¿Qué tipos de basura llega, cómo es el sistema de selección?.....	15
4.11. Centro Integral de Residuos Sólidos Planta de Tratamiento Abonos (Planta de Lombricultura)	16
4.12. Proceso del abono en la Planta de Lombricultura	16
5. Metodología.....	18
5.1. Área de estudio.....	18
5.2. Enfoque de investigación	19
5.3. Tipos de investigación:.....	19
5.4. Población y muestra	20
5.5. Fundamentos de los métodos	20
5.5.1. Descriptivo:.....	20
5.6. Técnicas empleadas.....	21
5.6.1. Encuesta:.....	21
5.7. Metodología para el primer objetivo. Identificar el proceso de producción de abono a partir de desechos orgánicos del Centro de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja con el propósito de comprender su eficiencia y viabilidad.	21
5.7.1. Actividad 1. Visita in situ del Centro de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja	21
5.7.2. Actividad 2. Aplicación de la encuesta.....	21
5.8. Metodología para el segundo objetivo. Realizar análisis fisicoquímicos del abono producido a partir de desechos orgánicos y la lombriz Californiana Roja (<i>Eisenia Foetida</i>), con el fin de determinar su composición nutricional.	22
5.8.1. Actividad 1. Caracterización física y química	22
5.9. Metodología para el tercer objetivo. Socializar los resultados obtenidos con el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja con el fin de obtener prácticas	

sustentables en el manejo de residuos	22
5.9.1. Difundir los resultados:.....	22
6. Resultados.....	23
6.1. Identificar el proceso de producción de abono a partir de desechos orgánicos del Centro Integral del Municipio de Loja con el propósito de comprender su eficiencia y viabilidad.	23
6.1.1. Proceso de la lombricultura	23
6.2. Aplicación de encuestas	27
6.3. Realizar análisis fisicoquímicos del abono orgánico “humus” producido a partir desechos organicos y la lombriz Californiana Roja (<i>Eisenia Foetida</i>), con el fin de determinar su composición nutricional.....	32
6.3.1. NT = Nitrógeno Total	33
6.3.2. P ₂ O ₅ = Fósforo	33
6.3.3. K ₂ O = Potasio	33
6.3.4. Fe = Hierro.....	33
6.3.5. Zn = Zinc.....	33
6.3.6. MO = Materia Orgánica.....	34
6.3.7. Na = Sodio	34
6.3.8. Co = Cobalto.....	34
6.4. Socializar los resultados obtenidos a través de una reunión con el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja con el fin de obtener practicas sustentables en el manejo de residuos.	34
7. Discusión	36
7.1. Análisis fisicoquímicos obtenidos a partir de la elaboración de los abonos organicos..	37
7.1.1. NT = Nitrógeno Total	37
7.1.2. P ₂ O ₅ = Fósforo	37
7.1.3. K ₂ O = Potasio.....	38
7.1.4. Fe = Hierro.....	38

7.1.5.	Zn = Zinc.....	38
7.1.6.	MO = Materia Orgánica.....	39
7.1.7.	Na = Sodio	39
7.1.8.	Co = Cobalto.....	39
8.	Conclusiones.....	40
9.	Recomendaciones	41
10.	Bibliografías.....	42
11.	Anexos	48

Índice de tablas

Tabla 1. Tamaño de muestra representativa.....	20
Tabla 2. Vestimenta de bioseguridad adecuada del centro integral de residuos sólido en Loja ..	27
Tabla 3. Herramientas y maquinaria para elaborar el abono en el centro integral de residuos sólidos	27
Tabla 4. Proceso de elaboración del abono en el centro integral de residuos sólido en Loja	28
Tabla 5. Tiempo de elaboración del humus en el centro de reciclaje en Loja	29
Tabla 6. Tipo de camas que se utilizan en la elaboración de abono en centro de reciclaje	29
Tabla 7. Cantidad de materia orgánica que se utiliza en elaboración de abono en el área de estudio.....	30
Tabla 8. Volteo de camas en el proceso de obtención de abono en el centro de reciclaje.....	30
Tabla 9. Potenciales compradores del abono en el centro de reciclaje en el año 2024.....	31
Tabla 10. Presentación a la venta del abono orgánico en la ciudad de Loja durante el año 2024	31
Tabla 11. Desafíos del proceso para obtener el abono en el centro integral de residuos sólidos del año 2024.....	32
Tabla 12. Resultados del análisis fisicoquímico del abono orgánico.....	32

Índice de figuras

Figura 1. Lechos utilizados para la producción de abonos orgánicos.....	17
Figura 2. Ubicación del centro integral de residuos sólidos	19
Figura 3. Inspección y observación previa a las camas	24
Figura 4. Etapa de compostaje inicial.....	25
Figura 5. Volteo y preparación de lechos para el proceso de descomposición.....	25
Figura 6. Etapa de finalización del abono orgánico.....	26
Figura 7. Socialización dirigida al personal que trabaja en la planta de Lombricultura.....	35

Índice de Anexos

Anexo 1. Visita al Centro integral de residuos sólidos.....	48
Anexo 2. Encuesta	49
Anexo 3. Aplicación de encuestas a trabajadores.....	51
Anexo 4. Socialización de resultados fisicoquímicos de ciertos parámetros del abono orgánico	51
Anexo 5. Certificación de traducción del resumen.....	52

1. Título:

“Evaluación y análisis fisicoquímico de abono orgánico del centro integral de manejo de residuos sólidos del municipio de Loja”

2. Resumen

Este trabajo se enfoca en la gestión de residuos sólidos y la producción de abono orgánico en el Centro Integral de Residuos Sólidos (CGIRS) de Loja, Ecuador, el objetivo principal es evaluar la calidad del abono orgánico producido mediante lombricultura utilizando desechos orgánicos y lombrices californianas (*Eisenia foetida*), la metodología incluyó la realización de encuestas a 11 trabajadores del Centro Integral para determinar el proceso y aceptación del abono orgánico, así como el análisis fisicoquímico del abono para medir su composición nutricional. Los resultados mostraron que el abono orgánico contiene 1,73% de Nitrógeno total, 1,32% de Fósforo, 0,54% de Potasio, 0,84% de Hierro, 0,02% de Zinc, 28,90% de Materia Orgánica, 0,14% de Sodio y 0.0001% de Cobalto, estos valores indican que el abono es adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. El estudio también reveló que el 99% de los encuestados están familiarizados con el proceso de producción del abono y que los principales compradores del abono son residentes de Loja, Zamora, San Lucas y Saraguro. La socialización de los resultados con el personal del CGIRS permitió la adopción de prácticas más sustentables en el manejo de residuos, por ende, la gestión eficiente de residuos sólidos en el CGIRS de Loja y la producción de abono orgánico de alta calidad contribuyen significativamente a la sostenibilidad ambiental y ofrecen una solución eficaz para la gestión de residuos en la región.

Palabras claves: *Abono orgánico, Lombricultura, Humus, Análisis fisicoquímico, Sostenibilidad*

2.1. Abstract

This work focuses on solid waste management and organic fertilizer production at the Comprehensive Solid Waste Center (CGIRS) of Loja, Ecuador.

The main objective is to evaluate the quality of organic fertilizer produced by vermiculture using organic waste and Californian worms. (*Eisenia foetida*), the methodology included conducting surveys with 11 comprehensive center workers to determine the process and acceptance of organic fertilizer, as well as the physicochemical analysis of the fertilizer to measure its nutritional composition.

The results showed that the organic fertilizer contains 1.73% of total Nitrogen, 1.32% of Phosphorus, 0.54% of Potassium, 0.84% of Iron, 0.02% of Zinc, 28.90% of Matter Organic, 0.14% Sodium and 0.0001% Cobalt, these values indicate that the fertilizer is suitable for the growth and development of plants, improving the structure of the soil and its water retention capacity.

The study also revealed that 99% of respondents are familiar with the fertilizer production process and that the main buyers of fertilizer are residents of Loja, Zamora, San Lucas and Saraguro.

The socialization of the results with the CGIRS staff allowed the adoption of more sustainable practices in waste management, therefore, the efficient management of solid waste in the CGIRS of Loja and the production of high quality organic fertilizer contribute significantly to the environmental sustainability and offer an effective solution for waste management in the region.

Keywords: *Organic fertilizer, Vermiculture, Humus, Physicochemical analysis, Sustainability*

3. Introducción

El presente trabajo abordó la evaluación y análisis fisicoquímico del abono orgánico del Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos del Municipio de Loja. El abono orgánico se presentó como una solución a la problemática de la degradación del suelo, la erosión, y la pérdida de materia orgánica y nutrientes, siendo relevante para la recuperación y mantenimiento de la salud del suelo agrícola en la ciudad de Loja.

Esta investigación siguió una estructura clara que incluye metodología, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones. Con lo dicho, se abordó lo siguiente: La degradación del suelo implica el proceso de erosión, la pérdida de materia orgánica y desequilibrio de nutrientes. Se trata de un proceso degenerativo que reduce su capacidad para seguir desempeñando funciones características y genera una pérdida grande en sus componentes químicos. Según (FAO, 2018) afirma que mundialmente los suelos se están deteriorando rápidamente debido a la pérdida de carbono orgánico, el sellado del suelo y otras amenazas.

La necesidad de alimentar a una población mundial que ha crecido hoy en día hasta cerca de 7,300 millones de personas ha ocasionado que más del 35% de la superficie terrestre libre de hielo del planeta sea destinado a la agricultura. El resultado de esto es que los suelos que han sido despejados de la vegetación natural para cultivar o llevar a pastar el ganado sufren fuertes aumentos de la erosión y grandes pérdidas de carbono del suelo, nutrientes y biodiversidad (FAO, 2018).

En América Latina y el Caribe, más de la mitad de los 576 millones de hectáreas de tierra arable presentan distintos niveles de degradación, cerca del 48 % de los suelos en el Caribe, 50% en Mesoamérica y 18 % en Suramérica se encuentran en zonas con alta o muy alta severidad de degradación del suelo. Por otra parte, se estima que cerca del 50 % de las tierras agrícolas en América Latina y el Caribe (ONU, 2021).

A nivel nacional en el Ecuador el 57,8% de la superficie sembrada se practicó la quema como método para preparar el suelo, controlar malezas o eliminar restos de cosecha. Este método además de reducir el contenido de materia orgánica del suelo genera emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Tan solo en la provincia del Guayas el 74,4% de la superficie sembrada se realizó este tipo de práctica (Cajas, 2023).

El desarrollo de la agricultura en el Ecuador está enfocándose en la producción orgánica y un manejo sustentable del suelo ya que ofrece grandes beneficios para el ambiente, y cubre la demanda de productos frescos y sanos para el consumo humano. Por lo cual esta transición tiene como objetivo erradicar las malas prácticas agrícolas que incluyen la implementación de la agricultura en pendientes fuertes y suelos no aptos, el uso irracional de agroquímicos y la intensificación de cultivos, que repercuten principalmente en el suelo (Andes, 2019).

En el ámbito local se puede decir que en la ciudad de Loja se encuentra en un proceso de deterioro como consecuencia de las inadecuadas prácticas agropecuarias de ladera, de la tala y quema indiscriminada de los recursos forestales, el sobrepastoreo de los terrenos dedicados a la explotación ganadera, así mismo la sobreutilización de los recursos de suelos en un 39% de la provincia (Almagro, 2019).

El Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos que lo administra el Municipio de Loja, es catalogado como un referente a nivel nacional. Con la pronta mecanización y automatización, se aprovechará el 95% de los desechos del cantón. Ya en la década del 90, en el año 96 -97, empezó la construcción del relleno sanitario y en el periodo 98-2000, inició el programa emblema del Municipio como es la clasificación domiciliaria de la basura, que ha posicionado a Loja como un referente nacional e internacional. A finales de la década de los 80 inició el aprovechamiento de los residuos orgánicos en el barrio La Banda, en el Vivero Municipal. Aquí se elaboró abono orgánico a través del método de lombricultura para la utilización del humus (Díaz, 2018).

En la ciudad de Loja mediante la observación in situ se determina que se presentan graves problemas en el suelo por la agricultura por factores como la deforestación, ruptura de los ecosistemas, las malas prácticas desarrolladas en la agricultura, degradación, otras de las problemáticas que existen en la ciudad de Loja es que muchos agricultores no realizan exámenes fisicoquímicos para poder comprender las propiedades de los abonos que presentan, por eso es necesario realizar análisis fisicoquímico a los abonos para conocer los aportes nutricionales del mismo.

Con el presente proyecto se pretende investigar las propiedades fisicoquímicas del abono orgánico que se realiza con residuos orgánico y a base de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) que se genera en el centro integral de residuos sólidos del municipio de Loja como solución a las problemáticas antes mencionadas.

Por lo cual se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

¿Es adecuado el proceso de obtención del abono humus a partir del proceso de lombricultura, en el Centro Integral de manejo de Residuos Sólidos del municipio de Loja y mediante qué método saben el resultado del análisis fisicoquímico del abono obtenido?

1. ¿Cómo es el proceso de producción para obtener abono de humus en el centro integral de residuos del municipio de Loja?
2. ¿Cuál es la composición química del abono orgánico “humus” producido mediante el proceso de lombricultura a partir de desechos?
3. ¿Cuáles son las estrategias más efectivas para comunicar y discutir los resultados de la investigación sobre el abono orgánico "humus" con el personal del Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos del municipio de Loja?

La presente investigación se realizó con la finalidad de conocer las propiedades del abono orgánico a base de lombrices californianas y nutrientes del mismo. Debido a que en la actualidad el desarrollo de la agricultura a nivel mundial está enfocándose a la producción orgánica y se presenta la demanda de alimentos frescos y sanos para el consumo humano, teniendo como lineamientos prácticos sostenibles y del respeto al medio ambiente y salud del suelo.

Esta investigación está sujeta a la Línea de Investigación de la Universidad Nacional de Loja, siendo el “Aprovechamiento de los recursos de la biodiversidad” para lograr sustentarlos usando métodos y técnicas para evaluar los impactos que pueden causar tales actividades a la biodiversidad, en este caso de producción agrícola, en el cual se utiliza recursos biológicos diversos para generar fertilizantes orgánicos nutritivos y sostenibles para la agricultura.

Como también ofrece una solución a los problemas de la falta de la evaluación del abono producido en el centro integral de residuos sólidos del municipio de Loja. La falta del análisis de abonos orgánicos ha dado lugar a la explotación y contaminación de este recurso vital. En este contexto, se enfoca directamente a la línea investigativa de la carrera que es la evaluación económica y productiva de abonos orgánicos en los cultivos. El objetivo principal es analizar el producto orgánico que no solo aborda la escasez de nutrientes, sino que también mantiene un compromiso fundamental en la educación sobre el cuidado y la protección de este recurso tan importante.

En la actualidad en la ciudad de Loja se presenta mucho la cultura de la producción agrícola, por lo tanto, si las condiciones del suelo no están en buen estado afecta a la actividad de la agricultura, dado que el suelo es una herramienta importante, por lo cual se implementará una solución para tratar las propiedades nutritivas del mismo, mediante la evaluación del abono pero sobre todo recalando la importancia de realizar exámenes a los mismos, siendo así fundamental fomentar la realización de pruebas de abono, ya que desde la perspectiva sociocultural que crea conciencia sobre la importancia de la gestión adecuada de nutrientes en la agricultura, incentivando prácticas agrícolas sostenibles con la temática: análisis fisicoquímico de abono orgánico extraído del centro integral de residuos sólidos del municipio de Loja.

El proyecto es una propuesta de valor a los desechos orgánicos con el objetivo de analizar las propiedades fisicoquímica del abono orgánico, que lleva a mejorar las condiciones del suelo agregando sostenibilidad y disminución de acumulación de desechos, se muestra como un futuro negocio rentable, siendo un producto amigable con el medio ambiente.

El proyecto de investigación sirve como medida de contribución a los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS), relacionándose así al objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres debido a que presenta una solución a la degradación de los suelos a través del abono orgánico contribuyendo a si con nutrientes al suelo y permitiendo el desarrollo sostenible ante la utilidad del recurso suelo en la agricultura. El desarrollo de la investigación en este proyecto es crucial para obtener análisis fisicoquímicos precisos de los abonos producidos en el Centro Integral de Residuos Sólidos, esto proporcionará un profundo entendimiento de las propiedades de los abonos elaborados con desechos orgánicos y lombriz californiana roja. Con esta información, los agricultores y ciudadanos podrán ajustar de manera más efectiva las cantidades y tipos de fertilizantes, promoviendo un crecimiento saludable de las plantas y una mayor productividad de los cultivos de manera sostenible. Finalmente es importante mencionar que este proyecto beneficiará tanto a la producción agrícola local como a la conservación del medio ambiente y el ODS 15 se alinea perfectamente con la línea de investigación de evaluación económica y productiva de abonos orgánicos en los cultivos, teniendo relevancia en el uso de abonos orgánicos por lo tanto contribuye directamente a la gestión sostenible del suelo y a la protección del medio ambiente.

La utilización de abonos orgánicos es esencial desarrollarlos hoy en día debido a que favorecen la incorporación de los nutrientes y mejoran la capacidad del suelo al absorber el agua, lo cual ayuda a que se dé la producción de alimentos sanos y sin la necesidad de utilizar químicos los cuales son dañinos a largo plazo para la salud de los seres vivos, por lo mismo se considera relevante el implementar el proyecto de investigación identificando sus propiedades fisicoquímicas del abono.

Objetivo general

Evaluar el proceso de obtención de abono a partir de lombricultura que se realiza en el Centro Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja y realizar su caracterización fisicoquímica para conocer su valor nutricional en el mercado.

Objetivos específicos

- Identificar el proceso de producción de abono a partir de desechos orgánicos del Centro Integral del Municipio de Loja con el propósito de comprender su eficiencia y viabilidad.
- Realizar análisis fisicoquímicos del abono producido a partir de desechos orgánicos y la lombriz Californiana Roja (*Eisenia Foetida*), con el fin de determinar su composición nutricional.
- Socializar los resultados obtenidos con el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja con el fin de obtener prácticas sustentables en el manejo de residuos.

4. Marco teórico

4.1. Investigaciones previas

(Maquilón & Gutierrez, 2022) en su tesis nos relata información acerca de la problemática de la degradación del suelo lo cual aumenta y afecta directamente a la calidad de vida del ser humano por el uso de fertilizantes químicos, siendo así que provoca la deficiencia de nutrientes y el aumento de fertilizantes químicos, por lo cual con el abono orgánico se puede alcanzar los mejores rendimientos del suelo y un cuidado al mismo, es por ello que se realizó estudios de mercado para identificar los abonos orgánicos comerciales más utilizados por los productores del cantón Babahoyo con el objetivo de promover la utilización de abonos orgánicos como una alternativa fiable y sostenible para mejorar las propiedades del suelo.

(Velásquez, 2023) en su tesis detalla que a diario recolectaron 80 toneladas diarias de basura lo que agrava su crisis de almacenamiento, dado que son generados a diario en las actividades que el hombre realiza. La producción de abono orgánico a partir de biomasa residual es una alternativa cada vez más relevante para la gestión sostenible de residuos y la mejora de la calidad del suelo, Con este análisis, se espera obtener una caracterización fisicoquímica completa del abono orgánico producido en la planta de compostaje de "El Carrasco", así como identificar posibles mejoras en el proceso en aras de garantizar la calidad del producto final.

Los agroquímicos afectan la calidad y fertilidad del suelo, y como consecuencia, hay un alto índice de degradación, además, también se produce porque no existe un buen manejo de usos de productos químicos en la agricultura por ello se implementa como estrategia. La práctica del manejo de residuos orgánicos, que se suministran de manera fresca o se requiere de una transformación para su descomposición en materiales maduros y llevar a cabo la producción de lo que se conoce como abonos orgánicos., además estos se complementan con los análisis fisicoquímicos de abonos para analizar sus propiedades (Rubio, 2023).

(Caruajulca.et.al, 2022) en su tesis detalla que los residuos sólidos constituyen el mayor problema ambiental por gran afectación al suelo, económico y social, dado que son generados a diario en las actividades que el hombre realiza. La ciudad de Chota no es ajena a este problema ambiental, sus residuos sólidos generados por su población son depositados en el botadero Municipal ubicado en la comunidad de Pingobamba. Sin embargo, este botadero está generando

malos olores y afectando a los ecosistemas del entorno, por lo cual se propuso como solución el realizar la caracterización fisicoquímica del compost producido con residuos orgánicos del Mercado Mayorista de Chota, Cajamarca, Perú.

El mal manejo de los residuos sólidos, provoca una emergencia sanitaria, ya que esto afecta al hombre en el sector económico, social y de salud. También, afecta el entorno y al medio ambiente causando la destrucción y modificación de los recursos naturales renovables y no renovables. Debido a todos estos problemas, en Colombia y en el resto del mundo se han venido estudiando técnicas alternativas para disminuir y lograr aprovechar estos residuos como son el reciclaje, compostaje, biocombustibles, entre otras opciones. En la presente investigación se abarca la alternativa de realizar la caracterización fisicoquímica de abonos orgánicos artesanales (Ríos, 2019).

La presente tesis da a conocer que a lo largo de los años se ha mantenido el constante riesgo de perder la calidad del suelo, lo cual se ha intensificado con la revolución tecnológica, por ello se data la importancia de llevar a cabo el presente tema para dar a conocer la importancia de analizar las propiedades que produce los abonos orgánicos y así poder utilizarlos de manera más efectiva.

4.2. El suelo

El suelo es la porción más superficial de la corteza terrestre, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de procesos erosivos y otras alteraciones físicas y químicas, así como de materia orgánica fruto de la actividad biológica que se desarrolla en la superficie (Orell, 2021).

El suelo es la capa que cubre la superficie terrestre y que sostiene la vida vegetal y animal. Es el gran motor energético de la naturaleza, ya que en su interior alberga nutrientes y agua de la que se alimentan las plantas y otros organismos. También es un soporte físico para el establecimiento de comunidades humanas y una fuente de recursos naturales que suministra materias primas a muchas actividades económicas fundamentales (Orell, 2023).

4.3. Degradación del suelo

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del mismo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus

beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema (FAO, 2023).

4.4. ¿Qué son los desechos orgánicos?

Los residuos orgánicos son desechos biodegradables de origen vegetal o animal que pueden descomponerse en la naturaleza sin demasiada dificultad y transformarse en otro tipo de materia orgánica (Imaz, 2023).

Los residuos orgánicos son desechos biodegradables, lo que significa que se degradan de manera más rápida que cualquier otro tipo de residuo. Se componen de residuos naturales, ya que están formados de restos tanto vegetales como de comida provenientes de los domicilios o fábricas. No obstante, es muy importante el aprovechamiento de los residuos orgánicos, ya que son altamente contaminantes (Aracil, 2021).

4.5. Procesos de descomposición de la materia orgánica

“La descomposición de la materia orgánica es un proceso fundamental en el ciclo del carbono. Es una reacción química que tiene lugar cuando los microorganismos, como bacterias y hongos, degradan la materia orgánica en compuestos más simples” (Salvador, 2023).

Además, la descomposición de la materia orgánica es importante en el ciclo del carbono, ya que permite la reutilización del carbono en el medio ambiente. Sin la descomposición, la materia orgánica se acumularía y obstaculizaría la disponibilidad de otros nutrientes esenciales en el suelo, lo que a su vez afectaría a la salud de las plantas y otros organismos que dependen de ellos. El proceso de descomposición de la materia orgánica comienza con la degradación de la materia orgánica por parte de microorganismos como bacterias y hongos. Estos microorganismos utilizan enzimas para romper las moléculas de la materia orgánica en compuestos más simples, como dióxido de carbono (CO₂), amoníaco (NH₃) y ácido sulfúrico (H₂SO₄) (Salvador, 2023).

Además de las bacterias y los hongos, también hay otros actores clave en el proceso de descomposición de la materia orgánica, incluyendo lombrices y otras formas de vida que contribuyen a la degradación y a la liberación de nutrientes en el suelo. La liberación de nutrientes a través de la descomposición de la materia orgánica es fundamental para el crecimiento de las

plantas y otros organismos que dependen de ellos como fuente de carbono y nitrógeno. Además, la descomposición permite la reutilización del carbono en el medio ambiente, lo que contribuye al equilibrio ecológico (Salvador, 2023).

Por lo tanto, la descomposición de la materia orgánica, ocurre naturalmente, su velocidad es determinada por los siguientes factores: composición y cantidad de organismos del suelo, entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura), calidad de la materia orgánica (Vásquez, 2019).

4.6. Abonos orgánicos

Son fuentes nutritivas que son derivadas de productos 100% de origen natural, los abonos orgánicos mejoran la calidad del suelo, tanto en su estructura como en la fertilidad, incorporando nutrientes y microorganismos beneficiosos para la producción agrícola; así mismo, favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios, sus propiedades mejoran la calidad del suelo, aumentando así su fertilidad (Salazar et.al, 2021).

4.6.1. Clasificación

4.6.1.1. Estiércoles Animales

Los desechos provenientes de animales herbívoros como ovejas, cabras, caballos, conejos, entre otros, poseen una gran riqueza en nutrientes que pueden ser aprovechados para mejorar la calidad de los cultivos. El proceso es simple: al dejar que sus heces se descompongan y se conviertan en compost de manera gradual, se obtiene un abono natural altamente beneficioso. Sin embargo, es esencial realizar un proceso controlado en la preparación de este abono, asegurándose de eliminar cualquier patógeno que pudiera afectar el crecimiento saludable de las plantas (Acosta, 2023).

4.6.1.2. Compost

Surge de la descomposición de materia vegetal o basura orgánica. El compostaje es un proceso bio-oxidativo de fermentación aeróbica y controlada, atacado por diferentes tipos de insectos que requieren suficiente humedad y sustratos orgánicos, de diferente composición y tamaño uniforme, especialmente en estado sólido, que excede en la fase termófila. que produce

dióxido de carbono (CO₂), agua, minerales y materia sólida y orgánica, estéril y escasa, producto de diversos procesos de transformación; rico en bacterias beneficiosas, sustancias húmicas y bioactivadores de la fisiología vegetal (Vidal, 2023).

4.6.1.3. Bocashi

Es un tipo de abono orgánico fermentado que se origina en Japón. Se ha popularizado en todo el mundo por sus beneficios para el suelo y las plantas. Está compuesto principalmente de materiales orgánicos como restos de alimentos, residuos de jardín, estiércol y otros materiales biodegradables, que se someten a un proceso de fermentación anaeróbica controlada. El bocashi mejora la fertilidad del suelo, con sus nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y otros micronutrientes, que son absorbidos por las plantas de manera sostenible (Alba, 2023).

4.6.1.4. Compostaje

Esta sustancia resulta del proceso digestivo de las lombrices es un compuesto limpio e inodoro que es excepcionalmente rica en nutrientes, especialmente en nitrógeno, también contiene una alta concentración de microorganismos beneficiosos para el suelo y los cultivos (Acosta, 2023).

4.6.1.5. Abono verde

Son cultivos vegetales, ordinariamente de leguminosas que se cortan y dejan descomponer en el propio campo a fertilizar, esto lo hace un cultivo específico que se cultiva con el fin de ser colocado en el suelo cuando aún está verde. Este tipo de cultivos se suele plantar en el terreno no ocupado entre los cultivos principales. Mientras crecen, actúan como cobertura del suelo, preservando la estructura del mismo con su sistema de raíces, evitando la erosión y el lavado de nutrientes, suprimiendo el crecimiento de las malas hierbas y enriqueciendo el suelo con nitrógeno (Petro, 2021).

4.7. Análisis fisicoquímicos de abonos orgánicos

El análisis fisicoquímico de los abonos orgánicos implica un estudio detallado de su composición química para determinar su contenido nutricional y su potencial impacto en la fertilidad del suelo. Este análisis incluye la medición de parámetros como el contenido de nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo, potasio), nutrientes secundarios y microelementos

(calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro). A continuación, se detallan algunos de estos elementos en el análisis fisicoquímico del Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos del Municipio de Loja:

- **Fosforo:** Nutriente crucial para el desarrollo de las raíces y la floración de las plantas en los abonos orgánicos.
- **Hierro:** Importante para la síntesis de clorofila y la salud general de los cultivos en los abonos orgánicos.
- **Materia orgánica:** Contribuye a la estructura del suelo y aporta nutrientes importantes para el crecimiento de los cultivos.
- **Nitrógeno total:** Componente esencial para el desarrollo de proteínas y el crecimiento de los cultivos en los abonos orgánicos.
- **Potasio:** Elemento esencial que promueve la resistencia al estrés y la síntesis de proteínas en los cultivos orgánicos.
- **Zinc:** Elemento necesario para el crecimiento adecuado de los cultivos y la síntesis de proteínas en los abonos orgánicos.
- **Sodio:** Esencial para el equilibrio hídrico y la regulación del crecimiento en los abonos orgánicos (INIAP, 2023).

4.8. Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica - ecológica - biológica en el Ecuador

Artículo 19. De la rotación de cultivos El productor que deba implantar una rotación de cultivos debe contemplar que estos incluyan, pero no se limite a los cultivos de cobertura, abono verde, y cultivos que cumplan con los siguientes principios:

- a) Mantener o mejorar el contenido de la materia orgánica del suelo
- b) Contribuir a minimizar la incidencia de plagas en cosechas anuales o perennes;
- c) Manejar nutrientes para la vida vegetal deficientes o en exceso; y
- d) Proveer control para la erosión.

e) Conservar la humedad del suelo (MAGAP, 2020).

4.9. Cómo tomar muestras para realizar exámenes del abono orgánico

Una toma de muestra correcta de abonos es una operación de cierta complejidad que requiere el máximo cuidado. Tanto los instrumentos como las superficies y los recipientes donde vayan a depositarse las muestras deberán estar perfectamente limpios y secos, y estar contruidos con materiales que no experimenten reacción alguna que altere las características del producto muestreado. Se remitirán en botes de vidrio o plástico, bien cerrados para evitar posibles alteraciones del producto. Cada muestra se enviará perfectamente identificada, adjuntando la ficha para el envío de muestras de fertilizante, cuyo formato aparece más adelante, debidamente cumplimentada y firmada, donde se indicará, en caso de conocerse, el tipo de fertilizante, su composición cuantitativa y cualitativa (presencia de urea, nitrógeno orgánico, etc.) y clase de análisis solicitado.

La cantidad mínima necesaria de muestra de fertilizante sólido es 250 g.

La toma de muestras se llevará a cabo de manera distinta según la forma de presentación del producto:

- **Partidas envasadas:** se seleccionó al azar envases de distintas zonas de la partida. El número de envases a muestrear dependerá del tamaño de la partida. Para envases de gran tamaño (sacos), las porciones de muestra se obtendrán con la ayuda de una sonda que se introducirá a distintas alturas del envase.
- **Partidas a granel:** se empleará una sonda, pala o azadilla, obteniéndose porciones de muestra a distintas alturas y posiciones. Si existiesen cortes verticales en los distintos montones de fertilizante la extracción se realizará sobre dichos perfiles. En ambos casos, las distintas porciones extraídas se mezclarán para conformar la muestra final a enviar. (Díaz, 2018).

4.10. ¿Qué tipos de basura llega, cómo es el sistema de selección?

Loja lleva con éxito el sistema de clasificación de la basura desde los domicilios. En el recipiente de color verde se depositan los desechos orgánicos que son aquellos que se pudren y el

de color negro, los inorgánicos. Los desechos orgánicos van a la planta de lombricultura y los inorgánicos a la planta de reciclaje para recuperar material, clasificarlo, empacarlo y comercializarlo a las empresas nacionales (Díaz, 2018).

Comprende las fases de: Sistema de barrido, programa de clasificación de residuos sólidos domiciliarios, recolección y transporte diferenciado, aprovechamiento, reciclaje, comercialización y disposición final. En la planta de lombricultura observaron la producción de abono orgánico tipo humus mediante la aplicación de la lombriz roja californiana con una producción mensual entre 600 a 800 sacos de humus en presentación de 25 kilogramos (Jaramillo, 2023).

4.11. Centro Integral de Residuos Sólidos Planta de Tratamiento Abonos (Planta de Lombricultura)

Desde el año 2000 este centro lleva el programa de manejo adecuado de los desechos sanitario biopeligrosos que son almacenados en una celda, para así evitar la contaminación de los mismo en la ciudad. Los carros recolectores realizar un recorrido de forma periódica para no mezclar así los tipos de basura siendo así de los días lunes, miércoles y viernes se realiza la recolección de la basura biodegradable y martes, jueves y sábados se recolecta la basura no biodegradable, para así llevarlos al centro de residuos sólidos, para lo cual enfocándonos en el proceso del abono (Loja, 2020).

4.12. Proceso del abono en la Planta de Lombricultura

Los residuos orgánicos domiciliarios y urbanos que se recolectan los días lunes ,miércoles y viernes y los que ingresan los fines de semana de los centros de abasto de la ciudad y de las ferias libres, una vez pesados son llevados a la planta y depositados en la zona de descarga, aquí los trabajadores con el equipo de protección personal proceden a colocar manualmente el material en una banda inclinada la cual transporta los residuos hasta la criba tambor que en su interior dispone de cuchillas que esparcen el material orgánico , para luego caer a la banda transportadora horizontal en movimiento , aquí trabajadores ubicados a cada lado de la misma proceden a clasificar manualmente y separar , plásticos, botellas, latas, metales ,etc. Lo cual son lavados y colocados en contenedores metálicos y se llevan posteriormente a la de planta recuperación para que sean prensados, y el material no aprovechable es llevado al relleno sanitario, los residuos como hortalizas, legumbres, restos de frutas, cortezas y materiales perecibles de cocina pasa a una

trituradora y el producto final de este proceso es llevado manualmente en carretillas metálicas al área de producción , aquí se cuenta con cien lechos que tienen una extensión de 20 metros de largo, 1 m de ancho y 40 cm de profundidad los cuales son llenados con el residuo orgánico a una altura de 80 a 120 centímetros para aprovechar la temperatura que va desde los 70 hasta los 90 grados centígrados con la cual se elimina gran cantidad de gérmenes patógenos (Suleman, 2020).

Figura 1.

Lechos utilizados para la producción de abonos orgánicos



En esta etapa denominada decompostación dura un mes, luego de esto se procede a dar vuelta y regar para que el residuo orgánico se degrade poco a poco, la temperatura y el volumen de la basura va a disminuir, comprobando una temperatura entre 15 y 20 grados centígrados, luego se procede a sembrar la lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) extrayendo de un lecho que ya tiene lombrices y colocando en otro que contenga material compostado, para entrar en una nueva etapa conocida como vermicompostación, aquí la lombriz consumirá el residuo orgánico durante tres a cuatro meses, en donde las glándulas calcíferas que segrega la lombriz al realizar su proceso digestivo le proporciona gran cantidad de nutrientes .posteriormente el residuo orgánico consumido por la lombriz y transformado en humus es transportado en carretillas al área de secado aquí permanece por una semana para luego ser tamizado o cernido, ensaquillado, cocido y embodegado para su comercialización (Suleman, 2020).

Se produce alrededor 400 a 500 sacos de forma semanal y se lo comercializa en Cuenca, Catamayo, Vilcabamba y Loja, siendo así que es la ciudad de Loja se lo puede encontrar en el vivero municipal, en el mercado la Tebaida y en el centro de gestión integral de residuos sólidos

lo cual es saco de 25 kilogramos tiene un valor de 5.00 dólares y el de 10 kilogramos 2 dólares (Díaz, 2020).

5. Metodología

Para la evaluación y análisis fisicoquímico del abono orgánico se empleó la complementariedad metodológica relacionada con el un enfoque mixto, de manera que es un proceso que nos permitió recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos por ello, es necesario resaltar que: Cualitativo: Crea un proceso de estudio que ayudó a la determinación de los datos (Lévano & Cecilia, 2024), corroborando mediante investigaciones desarrolladas con anterioridad, a través de Tesis, artículos científicos, libros, entre otros. Vinculado a esto la revisión sistemática de literatura, que permitió seleccionar información de la temática de investigación para ser analizados y formar una visión global de los componentes físicos - químicos de los abonos orgánicos. Cuantitativo: con la utilización de este método se ha conseguido evaluar la muestra de abono orgánico la cual permitió aportar al desarrollo de la verificación del análisis fisicoquímico planteada en el estudio de investigación.

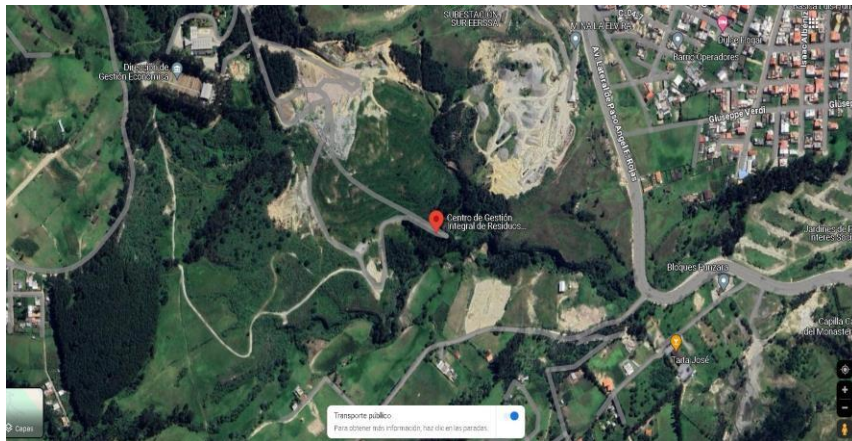
La tesis se enmarco en el convenio que posee la UNL y el Centro de residuos sólidos del municipio de Loja con fines de estudio académico.

5.1. Área de estudio

El centro de gestión integral de residuos sólidos está ubicado al sur-oeste en el Barrio Chontacruz- punzara a una altitud de 2334 m.s.n.m y con una extensión de terreno municipal de 46 hectáreas, en la calle Llacurco, por la vía de integración barrial o paso lateral de Loja (Soliman, 2022).

Figura 2.

Ubicación del centro integral de residuos sólidos



Nota. Figura obtenida de Google Maps

5.2. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, caracterizado por ser secuencial. Esto significa que sigue un orden riguroso de fases, por ende, facilito la construcción de herramientas de medición confiables y válidas, como lo es la encuesta y se tomó una muestra representativa de los trabajadores del Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja. Este enfoque implicó un alto nivel de objetividad y precisión en el análisis de datos, por lo tanto, la investigación utilizó un enfoque cuantitativo para obtener datos precisos y verídicos sobre el proceso de producción del abono.

5.3. Tipos de investigación:

La investigación descriptiva presenta el objetivo de caracterizar, detallar y analizar las condiciones o situaciones de un fenómeno o una población. En este caso, se evaluó el proceso del abono humus del centro integral de residuos sólidos del municipio de Loja. Esta información fue fundamental para realizar el análisis fisicoquímico del abono humus a partir del proceso de la lombricultura que maneja el Centro Integral de Residuos Sólidos. Por lo tanto, la investigación descriptiva es adecuada porque permitió obtener un diagnóstico preciso y actualizado de la situación que se prevé intervenir.

La implementación de una metodología sirvió para realizar un proceso ordenado y preciso del análisis fisicoquímico de abonos orgánicos, lo cual es esencial para comprender su composición y evaluar su calidad, siendo así importante seguir los siguientes pasos:

5.4. Población y muestra

El universo estuvo constituido por 51 trabajadores de residuos sólidos del municipio del Loja. de los cuáles se seleccionó una muestra de 11 trabajadores encargados del área del abono, a través del método intencional porque nos permitió seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra, con los siguientes criterios de inclusión:

- Que el total de trabajadores encargados del manejo del abono estén de acuerdo con cooperar en la investigación.
- El estudio se realizará en la Planta de lombricultura gracias al convenio institucional realizado por la Universidad Nacional de Loja con el Centro Integral de Residuos Sólidos, presentándose la facilidad de aplicación de encuestas.

Tabla 1.
Tamaño de muestra representativa

Universo	Total	Muestra	Total
Trabajadores del Centro Integral Residuos Sólidos del Municipio del Loja	51	11 trabajadores encargados del manejo del abono	11

5.5. Fundamentos de los métodos

5.5.1. *Descriptivo:*

Este método que nos permitió recopilar la información de manera cuantificable para poder realizar un análisis estadístico, en este caso es el de los abonos orgánicos, del cual nos permitió conocer los valores de los componentes físicos- químicos de las muestras analizadas (Tenjo, 2020).

5.6. Técnicas empleadas

5.6.1. Encuesta:

Es una técnica de adquisición de información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado, tiene la finalidad de medir las características de una población mediante la recogida de datos, obtenidos a partir de las respuestas que hayan emitido los encuestados, y analizarlos estadísticamente (Velasco, 2024).

La obtención de los datos se hace por medio de un listado de preguntas que los participantes deben contestar, las cuales constan de 10 preguntas de carácter cerradas y abierta.

5.7. Metodología para el primer objetivo. Identificar el proceso de producción de abono a partir de desechos orgánicos del Centro de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja con el propósito de comprender su eficiencia y viabilidad.

5.7.1. Actividad 1. Visita in situ del Centro de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja

Se realizó una visita a la planta de lombricultura, del Centro Integral de Residuo Sólidos para conocer cada etapa del proceso de obtención del abono. cada etapa del proceso fue documentada a través de una memoria fotográfica

5.7.2. Actividad 2. Aplicación de la encuesta

La encuesta fue elaborada en base a las variables identificadas durante la visita in situ al Centro Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja, se elaboraron 10 preguntas que fueron aplicadas a los trabajadores del área de lombricultura.

Una vez validada, la encuesta se digitalizo utilizando la plataforma Google Forms, lo que facilitó su distribución y recopilación de datos de manera eficiente. La encuesta permitió obtener datos cuantitativos que complementaron la información cualitativa recopilada durante la visita in situ, permitiendo un análisis más completo y detallado de los procesos de producción de abono orgánico en el CGIRS.

5.8. Metodología para el segundo objetivo. Realizar análisis fisicoquímicos del abono producido a partir de desechos orgánicos y la lombriz Californiana Roja (*Eisenia Foetida*), con el fin de determinar su composición nutricional.

5.8.1. Actividad 1. Caracterización física y química

5.8.1.1. Análisis del Abono Orgánico

- **Muestreo del Abono Orgánico:** Se solicitó al Centro Integral de Residuos Sólidos una muestra representativa siendo que consto de 6 kg de abono orgánico.
- **Transporte y Entrega de Muestras:** Las muestras fueron transportadas a Agrocalidad en condiciones controladas y se entregó junto con la documentación pertinente para su análisis.
- Las características físicas se llevaron a cabo mediante la técnica de observación in situ en el producto final del abono para identificar el olor y color del mismo.
- Las características químicas incluyeron: determinación de nitrógeno, fósforo total, materia orgánica, determinación de metales como potasio, sodio, hierro, cobalto y zinc. Con base en los resultados obtenidos, se elaboró una tabla detallada de los mismos.

5.9. Metodología para el tercer objetivo. Socializar los resultados obtenidos con el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja con el fin de obtener prácticas sustentables en el manejo de residuos

5.9.1. Difundir los resultados:

Se realizo una capacitación dirigida al personal del Centro integral de residuos sólido del municipio de Loja, en el cual se elaboró presentaciones en el programa de Power Point detallando el proceso de elaboración del abono, sus beneficios, y los resultados de los análisis fisicoquímicos, con el objetivo de compartir los resultados de manera clara y accesible para todo el personal involucrado en el proceso.

6. Resultados

6.1. Identificar el proceso de producción de abono a partir de desechos orgánicos del Centro Integral del Municipio de Loja con el propósito de comprender su eficiencia y viabilidad.

El proceso de recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos de la ciudad y cantón Loja se realiza en función del Programa de Clasificación Domiciliaria que consiste en la recolección diferenciada de los residuos y desechos sólidos domiciliarios. Los días lunes, miércoles y viernes se recolectan los residuos orgánicos, y los martes jueves y sábado los residuos y desechos inorgánicos. A continuación, vamos a detallar la descripción de los componentes del CGIRS y el control de ingreso y báscula de pesaje.

Al ingreso al CGIRS se encuentra una garita que cuenta con un responsable del control de ingreso de vehículos. A continuación, se encuentra la báscula de pesaje (capacidad de 80 toneladas), donde se lleva el respectivo registro de los vehículos recolectores municipales y particulares, registrando los datos de la hora, sector y peso de los residuos que ingresan a las diferentes áreas del CGIRS.

Según los reportes de báscula del año 2022, al CGIRS ingresa un promedio de 145,94tn/día de residuos no peligrosos, de las cuales el 52% son residuos orgánicos, y el 48% son residuos y desechos inorgánicos, con una producción per cápita de 0.51 kg/hab/día. Según el catastro de desechos sanitarios del año 2022, se gestionó 277,73 toneladas anuales.

6.1.1. Proceso de la lombricultura

Esta planta cuenta con una hectárea de terreno y está destinada a la recuperación y aprovechamiento de residuos orgánicos que ingresan los lunes, miércoles y viernes, mediante la producción de humus a través del método de lombricultura. Para el proceso de producción de humus se dispone de 100 lechos o camas en las que se ubica los residuos orgánicos, lombriz roja californiana y material de cobertura (pasto).

El área tiene además un galpón para el sistema de clasificación, criba tambor, extrusor o molino, y un galpón para área de secado y cuenta con 10 trabajadores y un responsable. Los residuos orgánicos que se recogen los días lunes y miércoles, al ingreso del CGIRS son pesados

en la báscula pesaje, para luego ser transportados hasta el área de descarga. Desde aquí de forma manual son colocados en la banda inclinada transportadora para ser transportados hasta la criba tambor, donde son esparcidos y alimentan poco a poco a la banda clasificadora. Desde aquí, los trabajadores ubicados a lado y lado de la banda realizan la separación de residuos inorgánicos que vienen mezclados.

En el área de producción se dispone de 100 camas de 20 metros de longitud por 1 metro de ancho y máximo 30 centímetros de profundidad, con una inclinación del 3 al 5% para asegurar el escurrimiento de los lixiviados por gravedad hasta los canales perimetrales, en la Figura 3 se presenta la observación y recolección de información de las camas.

Figura 3.

Inspección y observación previa a las camas



El proceso de producción de humus a través del método de lombricultura se realizó en 3 etapas:

En la primera etapa los residuos transportados son dispuestos en los lechos, se los riega por aspersión, y se cubren con una capa de pasto. Este proceso se dejó por 40 días aproximadamente para que los macro y microorganismos trabajen en el proceso de descomposición a una temperatura entre 70 y 90 grados centígrados. Durante la primera etapa se reduce el 40% del volumen de la materia orgánica y se realizó el control semanalmente de la temperatura, en la Figura 4 se presentó la etapa inicial de elaboración del humus.

Figura 4.

Etapa de compostaje inicial



En la segunda etapa que empieza a los 40 días aproximadamente, consiste en un volteo del material y posteriormente la espera de 2 a 3 días para liberar todo el gas generado por el proceso de descomposición. Después de este tiempo se riega por aspersion y se colocan las lombrices para continuar con el proceso de descomposición. Se cubre nuevamente con pasto los lechos para mantener la humedad, evitar vectores y exposición al sol de las lombrices, mismo proceso se puede apreciar en la Figura 5.

Figura 5.

Volteo y preparación de lechos para el proceso de descomposición



Finalmente, en una tercera etapa, se realizó el mantenimiento a través del volteo de los lechos cada 15 a 20 días, controlando la humedad para evitar un déficit, esto se hace por unos 3 a

4 meses aproximadamente. El proceso de producción dura de 4 a 5 meses al ser un clima más frío, mientras que, en lugares cálidos el proceso puede acelerarse. A partir del cuarto mes aproximadamente después del cuarto o quinto volteo, el material queda descubierto y sin humedad para el proceso de migración o cosecha de lombrices.

Conforme baja el volumen de los residuos se va alimentando de otros lechos o de los bancos de materia orgánica, siempre que los lechos tengan una misma edad de descomposición. Aproximadamente se tiene un banco de residuos orgánicos y un criadero por cada 20 lechos. La cría de lombrices se hace en una mezcla de pasto, residuos, estiércol a una altura de máximo 35 centímetros.

Finalmente, el producto que se obtiene luego de la descomposición pasa al área de secado, hasta alcanzar un porcentaje de humedad inferior al 2%, donde se tamiza y en saquilla el humus para su comercialización. Este proceso se puede observar en la Figura 6.

Figura 6.

Etapa de finalización del abono orgánico



Un punto importante a tener en cuenta es la inadecuada clasificación en la fuente, lo que conlleva a duplicar esfuerzos para aprovechar los residuos, dado que la clasificación manual en la banda requiere mayor trabajo, debido a la mezcla de residuos orgánicos con inorgánicos.

6.2. Aplicación de encuestas

Las encuestas se aplicaron a los 11 trabajadores de la planta de lombricultura del centro integral de residuos sólidos y los resultados se presentan a continuación

1. Cuenta con la vestimenta de bioseguridad adecuada para la obtención de abonos a partir de desechos orgánicos

Tabla 2.

Vestimenta de bioseguridad adecuada del centro integral de residuos sólido en Loja

Vestimenta de bioseguridad	Cantidad	Porcentaje
Si	7	64%
No	3	27%
En parte	1	9%
Otros	0	0%
Total	11	100%

En base a los datos obtenidos la mayoría de los encuestados que trabajan en el centro de residuos sólidos mencionan que, si cuentan con la vestimenta necesaria para desarrollar con normalidad su trabajo, lo cual sugiere que el Centro Integral de Residuos Sólidos procura un espacio para mejorar y garantiza la seguridad y salud de todos los trabajadores.

2. Cuentan con las herramientas y maquinaria adecuada para la realización del proceso de obtención de abono a partir de desechos orgánicos.

Tabla 3.

Herramientas y maquinaria para elaborar el abono en el centro integral de residuos sólidos

Herramientas y maquinaria	Cantidad	Porcentaje
Si	4	40%
No	7	60%
Total	11	100%

En la Tabla 3, refleja una situación crítica en cuanto a la disponibilidad de maquinaria y herramientas necesarias para la producción de abono a partir de desechos orgánicos en el Centro Integral de Residuos Sólidos en Loja, la falta de estas herramientas, principalmente debido a daños en la maquinaria existente, es preocupante. Esto puede estar limitando significativamente la capacidad de producción de abono y afectando la eficiencia, lo cual es crucial que se realicen

esfuerzos para reparar o reemplazar las maquinarias dañadas y asegurar que todos los trabajadores tengan acceso completo a las herramientas necesarias.

3. ¿Cómo describiría usted el proceso de lombricultura para la generación de abono?

Tabla 4.

Proceso de elaboración del abono en el centro integral de residuos sólido en Loja

Proceso de elaboración del abono	Cantidad	Porcentaje
Si conocen el proceso	10	99%
Desconocen el proceso	1	1%
Total	11	100%

En la Tabla 4 se observa que el 99% de los encuestados conocen el proceso de elaboración del abono, representados así por los 10 trabajadores. El personal de la planta manifiesta que el proceso comienza con la clasificación de los desechos, los desechos orgánicos; se colocan en las fundas en tambores los cuales con su movimiento constantes abren las fundas haciendo que se separen los restos de desechos orgánicos de los inorgánicos y luego se traslada los desechos orgánicos a los lechos, donde se encuentran las lombrices californianas rojas, estos desechos se riegan diariamente y se voltean por primera vez después de dos meses para asegurar una descomposición uniforme, y durante su proceso de maduración con un tiempo de 6 meses, lo cual se realiza el volteado de los lechos con el total de 5 veces. Una vez que los desechos se han descompuesto adecuadamente, se procede a tamizar el material para eliminar cualquier residuo no orgánico, obteniendo así un abono limpio y sin impurezas, listo para la venta. Este proceso es realizado por los 11 trabajadores encargados, quienes aseguran que el abono resultante sea de alta calidad y libre de otros desechos. Solo 1 trabajador desconoce del proceso de elaboración del abono debido a que es nuevo en la empresa.

4. ¿Cuánto tiempo toma el proceso de elaboración de abono a partir de materia orgánica?

Tabla 5.

Tiempo de elaboración del humus en el centro de reciclaje en Loja

Tiempo de elaboración	Cantidad	Porcentaje
5 meses	1	1%
6 meses	10	99%
Total	11	100%

El 99% de los encuestados correspondientes al 10 de los trabajadores manifiestan que el tiempo de elaboración del abono humus lleva 6 meses, mientras que con el 1% equivalente a un trabajador señala que puede durar 5 meses para obtener el abono final. Este proceso puede variar dependiendo de las situaciones climáticas, lo cual es comprensible dada la naturaleza sensible de la descomposición orgánica y la actividad microbiológica necesaria para la transformación de los residuos en abono de alta calidad.

5. ¿Qué tipo de cama utiliza para el proceso de elaboración de abono?

Tabla 6.

Tipo de camas que se utilizan en la elaboración de abono en centro de reciclaje

Tipo de cama	Cantidad	Porcentaje
Lechos	9	98%
Lechos con ladrillos	1	1%
Lechos con ladrillo y cemento	1	1%
Total	11	100%

En la Tabla 6 los encuestados se mantiene que son lechos de ladrillo y cemento, lo que señala que la mayoría de los trabajadores del Centro Integral de Residuos Sólidos están seguros y conocen cómo son las camas y de qué están hechas. Es fundamental continuar educando y capacitando a los trabajadores sobre las mejores prácticas en la construcción y mantenimiento de estos lechos, asegurando así que el proceso de elaboración de abono se realice de manera óptima y con el menor impacto ambiental posible.

6. ¿Qué cantidad de materia orgánica se coloca en cada cama y cuál es su rendimiento?

Tabla 7.

Cantidad de materia orgánica que se utiliza en elaboración de abono en el área de estudio

Cantidad de materia orgánica	Cantidad	Porcentaje
Desconoce	7	96%
300 toneladas	2	2%
1 camión	1	1%
2 camiones	1	1%
Total	11	100%

La mayor parte de los de los trabajadores desconocen la cantidad aplicada en cada cama, únicamente el 4% de trabajadores mencionan que son alrededor de 300 toneladas. Además, mencionan que su rendimiento es bueno dando como resultados de 80 a 100 sacos de abono por semana o 400 sacos al mes.

7. ¿Con qué frecuencia se realiza el volteo de las camas?

Tabla 8.

Volteo de camas en el proceso de obtención de abono en el centro de reciclaje

Frecuencia de volteos	Cantidad	Porcentaje
Cada 2 meses	8	97%
5 vueltas en el periodo de 6 meses	2	2%
4 vueltas en el periodo de 6 meses	1	1%
Total	11	100%

El 97% de los encuestados afirman que la frecuencia del volteo de las camas es cada 2 meses, dado que esta práctica de volteo regular es crucial para asegurar una descomposición y aeración adecuadas de los materiales orgánicos, facilitando así la producción de un abono de calidad.

8. ¿Cuáles son sus potenciales compradores y como es su sistema de venta?

Tabla 9.

Potenciales compradores del abono en el centro de reciclaje en el año 2024

Potenciales compradores	Cantidad	Porcentaje
Machala	1	9%
San Lucas y Saraguro	2	18%
Zamora	3	27%
Ciudad Loja	5	46%
Total	11	100%

En la tabla 9 se muestra que los potenciales compradores son la ciudadanía lojana. Seguido de Zamora, San Lucas, Saraguro y Machala demostrando que tiene una alta demanda en la Región Sur del país.

9. ¿Cuál es la presentación a la venta del abono orgánico?

Tabla 10.

Presentación a la venta del abono orgánico en la ciudad de Loja durante el año 2024

Presentación	Cantidad	Porcentaje
Saquillos y logotipo del municipio	11	100%
Total	11	100%

La presentación del abono orgánico al público es en sacos y tiene el logotipo del municipio en el mismo, reforzando la percepción de calidad y compromiso con las prácticas sostenibles. Además, esta estrategia de presentación puede ayudar a diferenciar el producto en el mercado, facilitando su identificación y promoviendo su uso entre los agricultores.

10. ¿Ha encontrado algún desafío en el proceso de obtención del abono?

Tabla 11.

Desafíos del proceso para obtener el abono en el centro integral de residuos sólidos del año 2024

Desafíos	Cantidad	Porcentaje
Si	7	64%
No	4	36%
Total	11	100%

La Tabla 11 se expone que la mayor parte de los trabajadores perciben que si se presenta desafíos refiriéndose a la mala clasificación de basura y la falta de conciencia en la ciudadanía Loja, lo cual causa demoras en la producción.

6.3. Realizar análisis fisicoquímicos del abono orgánico “humus” producido a partir de desechos orgánicos y la lombriz Californiana Roja (*Eisenia Foetida*), con el fin de determinar su composición nutricional

En la tabla 12 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de la muestra de abono orgánico de la planta de lombricultura del centro de residuos sólidos.

Tabla 12.

Resultados del análisis fisicoquímico del abono orgánico

Código de Muestra laboratorio	Identificación de campo de la muestra	Parámetros analizados	Método	Unidad	Resultados
F240121	Loja 1	NT	PEE/F/14	%	1,73
		² P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	1,32
		² K ₂ O	PEE/F/19	%	0,54
		Fe	PEE/F/12	%	0,84
		Zn	PEE/F/21	%	0,02
		MO	PEE/F/09	%	28,90
		Na	PEE/F/21	%	0,14
Co	PEE/F/21	%	< 0.0001		

Resultado obtenido por cálculo de NT = Nitrógeno Total, P₂O₅ = Fósforo, K₂O = Potasio, Fe = Hierro, Zn = Zinc, MO = Materia Orgánica, Na = Sodio, Co = Cobalto.

6.3.1. $NT = \text{Nitrógeno Total}$

Los resultados obtenidos mediante el análisis de laboratorio del abono orgánico del parámetro del nitrógeno total, describen que es del 1,73% lo cual indica que es un nivel adecuado para un fertilizante orgánico ya que es esencial para el crecimiento de las plantas, lo cual es crucial en las primeras etapas de crecimiento de la planta de tallos y hojas.

6.3.2. $P_2O_5 = \text{Fósforo}$

Los resultados obtenidos del fosforo datan que existe el 1,32% que representa a un nutriente clave para el desarrollo de la raíces, flores y frutas.

6.3.3. $K_2O = \text{Potasio}$

El potasio ayuda en la resistencia de las plantas contra enfermedades y en la calidad de los frutos, un contenido de potasio de 0,54 % nos resulta como medida necesaria para ayudar a las plantas a resistir adversidades, mediante el mejoramiento del uso del agua y la calidad de los cultivos, siendo así con el sabor y calidad de cultivos.

6.3.4. $Fe = \text{Hierro}$

El hierro es importante para la síntesis de clorofila y la fotosíntesis, siendo que del 0,84% es beneficioso para mantener una buena actividad fotosintética y prevenir las deficiencias que causan clorosis en las hojas.

6.3.5. $Zn = \text{Zinc}$

El Zinc es un elemento fundamental para la producción de ciertas enzimas y hormonas, en los resultados obtenido tenemos una cantidad pequeña del 0,02% siendo bajo, lo cual su deficiencia puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas y la producción de frutos, para obtener resultados con más Zinc se puede aplicar desechos organicos de espinacas, acelgas, champiñones, y legumbres como frijoles y lentejas, los mismo que son ricos en Zinc.

6.3.6. MO = Materia Orgánica

Un alto contenido de materia orgánica es beneficioso para mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, los resultados obtenidos del laboratorio determinan que el abono tiene un 28,90% de materia orgánica lo cual es beneficio para mejorar la estructura física y química, lo cual le proporciona un suministro constante de nutrientes a largo plazo.

6.3.7. Na = Sodio

El sodio en cambio en exceso puede ser perjudicial debido a que es tóxico en la absorción de otros nutrientes causando carencias en ellos. En los resultados obtenidos de abono es del 0.14% lo cual es bajo y no es causante de toxicidad en las plantas, además es necesario estar controlando excesos de este elemento que podría afectar a los cultivos y suelo.

6.3.8. Co = Cobalto

El resultado del análisis muestra que la concentración de cobalto en el abono orgánico es inferior a 0.0001 %, lo que indica una presencia prácticamente indetectable de este micronutriente. Aunque el cobalto se encuentra en cantidades muy pequeñas, es esencial para la salud de las plantas, para aumentar su concentración a un nivel más efectivo, se podría añadir aproximadamente 100 gramos de cobalto por tonelada de abono, además, es posible obtener cobalto a partir de residuos de ciertos alimentos y vegetales ricos en este micronutriente, como lentejas, frijoles, garbanzos, espinacas, brócoli y avena, incorporar estos residuos puede ayudar a alcanzar un contenido de cobalto de aproximadamente 0.002 %, lo cual es beneficioso para mejorar la calidad y la efectividad del abono.

6.4. Socializar los resultados obtenidos a través de una reunión con el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja con el fin de obtener prácticas sustentables en el manejo de residuos.

Se realizó una reunión con el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja el día 7 de agosto del 2024 a las 03h30, con una duración de 30 minutos, para socializar los resultados obtenidos y fomentar prácticas sustentables en el manejo de residuos.

Durante la reunión, se difundió la evaluación de los abonos y los resultados fisicoquímicos a través de presentaciones elaboradas en el programa de PowerPoint.

La reunión estuvo dirigida a todos los miembros que trabajan en el área de lombricultura, técnicos y encargados del proceso. El objetivo principal fue garantizar la calidad y eficiencia del abono orgánico, proporcionando información crucial sobre la concentración, excesos y beneficios de los nutrientes del abono.

Mediante esta socialización, se buscó concienciar al personal sobre la importancia de los resultados obtenidos, destacando cómo estos contribuyen a la fertilidad y salud del suelo. Además, se discutieron prácticas sustentables que pueden ser implementadas para mejorar el manejo de residuos y la producción de abono orgánico de alta calidad. Tal como se puede apreciar en la Figura 7.

Figura 7.

Socialización dirigida al personal que trabaja en la planta de Lombricultura



7. Discusión

La gestión eficiente de residuos sólidos es crucial para promover la sostenibilidad ambiental y la salud pública, en el Centro Integral de Gestión de Residuos Sólidos (CGIRS) de Loja, el proceso de recuperación y aprovechamiento de residuos se organiza a través del programa de clasificación domiciliaria, que permite la recolección diferenciada de residuos orgánicos e inorgánicos en días específicos. Este modelo de gestión se alinea con prácticas observadas en la ciudad de Quito siendo que Chiriboga (2021) expone; un plan maestro de gestión integral de residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito hace referencia a varios de los principios que se plantean en la Ordenanza 332, uno de ellos es el “fortalecimiento de la participación ciudadana inclusiva” y también “la educación ambiental y una mayor conciencia en relación con el manejo de residuos y/o desechos, quienes señalan la importancia de la clasificación en la fuente para mejorar la eficiencia del reciclaje y compostaje.

El estudio realizado en el centro de residuos sólidos revela varios aspectos clave sobre la producción de abono orgánico mediante lombricultura. En cuanto al conocimiento del proceso de la producción del abono, la mayoría de los encuestados, siendo el 99% son los que están familiarizados con las etapas detalladas de la lombricultura, desde la clasificación inicial de desechos hasta el cernido final del abono, lo cual implica un proceso de 6 meses para obtener resultados. En términos de mercado, los principales compradores son los residentes de Loja con el 46% y 27% de Zamora, seguidos por San Lucas y Saraguro con un equivalente del 18% y el 9% de Machala. Este patrón de consumo puede correlacionarse con estudios previos sobre la aceptación y utilización de abono orgánico en diferentes regiones. Según Chamba (2020), el abono orgánico mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aportando nutrientes esenciales y ayudando a reducir la contaminación ambiental. Este beneficio ecológico es probablemente un factor motivador para los compradores en Loja y otras áreas.

Además, la gestión efectiva del tamaño de los componentes del compostaje es crucial para la producción de abono de alta calidad. Pastor (2019) subraya que un tamaño adecuado de los componentes permite un buen transporte de aire y agua, esenciales para un proceso de compostaje aerobio eficiente. Sin embargo, advierte que un tamaño demasiado fino puede causar compactación y dificultar el paso de aire y agua, disminuyendo la eficiencia del compostaje. Esta

consideración es vital para el CGIRS, ya que optimizar el tamaño de los componentes puede mejorar la calidad del abono producido y aumentar su aceptación en el mercado.

7.1. Análisis fisicoquímicos obtenidos a partir de la elaboración de los abonos orgánicos

7.1.1. *NT = Nitrógeno Total*

De acuerdo a los resultados obtenidos de otras investigaciones podemos argumentar que el contenido de nitrógeno total en los abonos orgánicos varía significativamente, según Gálvez et al, (2019), afirma que: los residuos orgánicos derivados de la caña de azúcar como bagazo y vinaza, para la elaboración del compostaje, como resultado del análisis encontraron 1,70 % de nitrógeno, en cambio según Florida & Reátegui (2019) mencionan que los rangos óptimos de nitrógeno en abonos bocashi varían entre 0,9 y 1,5% de N por lo cual el contenido de nitrógeno en bocashi estaría fuera del rango óptimo. Frente a estas investigaciones previas también es importante destacar que el humus obtiene un mayor nitrógeno total diferenciado de los demás tratamientos y esto es de acuerdo con un estudio de Quituisaca (2023), las lombrices favorecen la nitrificación, causando la rápida conversión del nitrógeno amoniacal en nitratos, por ende los resultados obtenidos del humus del Centro integral de residuos sólidos mediante el análisis de laboratorio del parámetro del nitrógeno total, describe que es del 1,73% lo cual indica que es un nivel adecuado para un fertilizante orgánico ya que es esencial para el crecimiento de las plantas, lo cual es crucial en las primeras etapas de crecimiento de la planta de tallos y hojas.

7.1.2. *P₂O₅ = Fósforo*

En el estudio realizado por de Quituisaca (2023) menciona que en los abonos orgánicos al final de su elaboración el porcentaje de fósforo debe ser mayor a 0,4 %, por lo cual se debe esperar una alta concentración de fósforo durante el proceso de lombricompostaje, de manera que coincide con este estudio en el humus lo cual coincide que el fosforo tiene el 1,32% que representa a un nutriente clave para el desarrollo productivo de cultivos.

7.1.3. K_2O = Potasio

Los abonos orgánicos al final de su elaboración deben tener un valor total mayor del 1 % para el contenido de potasio (Quituisaca, 2023). Por lo cual el potasio ayuda en la resistencia a las plantas contra enfermedades y en la calidad de los frutos, siendo que en los resultados obtenidos del humus de lombriz es del 0,54 %, por lo cual este valor es inferior al umbral recomendado, lo que sugiere que el humus de lombriz es pobre en la provisión de potasio, sin embargo dado que el potasio es esencial para el metabolismo de las plantas, la regulación del agua y la síntesis de proteínas, se prevé poner más desechos ricos en potasio como las cortezas de plátano, las cenizas de madera de 1 a 2 kg por metro cuadrado y cascaras de huevo para obtener resultados más rentables.

7.1.4. Fe = Hierro

El hierro es crucial para la síntesis de clorofila y la fotosíntesis, siendo beneficioso en una concentración del 0,84% para mantener una buena actividad fotosintética y prevenir las deficiencias que causan clorosis en las hojas. Según Castillo & Díaz (2021), el hierro es un macronutriente esencial que debe estar presente en los abonos, ya que su inclusión ayuda a corregir deficiencias en los suelos desgastados. La presencia adecuada de hierro en el abono garantiza no solo la salud y la eficiencia fotosintética de las plantas, sino también la sostenibilidad a largo plazo de la fertilidad del suelo.

7.1.5. Zn = Zinc

En los resultados obtenidos, la cantidad de zinc presente es de solo 0,02%, lo cual es bajo. Esta deficiencia puede afectar el crecimiento de las plantas y la producción de frutos, por ende, para aumentar el contenido de Zinc en el abono, se pueden aplicar desechos orgánicos de espinacas, acelgas, champiñones y legumbres como frijoles y lentejas, que son ricos en zinc. Según Castillo y Díaz (2021), el Zinc proporciona una composición química óptima para un abono orgánico, mejorando su efectividad y contribuyendo a las condiciones ideales para el crecimiento de las plantas.

7.1.6. MO = Materia Orgánica

Según Bailón & Florida (2021) en materia orgánica exige valores mayores a 20 %, por ende, en el estudio realizado por Quituisaca (2023) afirma que análisis fisicoquímico de diferentes tipos de abono orgánico, se observa que el bocashi presenta un contenido del 26 % seguido del humus con 24 % y el compost del 22 % basados en los datos antes mencionados los abonos poseen un nivel adecuado de materia orgánica. Sin embargo, el humus obtenido en el Centro de Residuos Sólidos se destaca al alcanzar un porcentaje superior del 28,90% de materia orgánica. Este alto contenido en el humus es especialmente beneficioso para la mejora de la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. Además, proporciona un suministro constante de nutrientes a largo plazo, lo que contribuye significativamente a la fertilidad y salud del suelo, mejorando tanto sus características físicas como químicas.

7.1.7. Na = Sodio

En cuanto al análisis físico químico se establece un humus de calidad, valorando el elemento del sodio en un rango óptimo del 0.31% al 0.39% (Villavicencio, 2021). Por ende, el sodio cuando se encuentra en exceso puede ser perjudicial debido a que es tóxico en la absorción de otros nutrientes causando deficiencias en las plantas. En los resultados obtenidos de abono es del 0.14% lo cual es bajo y no es causante de toxicidad en las plantas, lo cual indica un impacto efectivo y bueno en el crecimiento de la planta.

7.1.8. Co = Cobalto

El análisis indica que la concentración de cobalto en el abono orgánico es inferior a 0.0001 %, lo que refleja una presencia prácticamente indetectable de este micronutriente. Aunque el cobalto es requerido en cantidades muy pequeñas, es fundamental para la salud y el crecimiento de las plantas. Según Agrocalidad (2020) señala que el cobalto es esencial para el crecimiento de las plantas y se considera beneficioso cuando su concentración en el abono se encuentra dentro del rango permisible, que va de 0.001 % a 0.02 %, mantener el contenido de cobalto dentro de estos límites garantiza que el abono sea eficaz sin riesgo de toxicidad, por ende, para elevar su concentración a un nivel más efectivo, se recomienda añadir aproximadamente 100 gramos de

cobalto por tonelada de abono, es posible incrementar el contenido de cobalto utilizando residuos de alimentos y vegetales, tales como lentejas, frijoles, garbanzos, espinacas, brócoli y avena.

8. Conclusiones

El proceso de producción del abono orgánico "humus" en el Centro Integral de Residuos Sólidos de Loja es una práctica viable y factible por ende la metodología incluye la clasificación de desechos, el uso de lombrices Californianas Rojas, y el cernido final del abono, lo cual se presenta como una cadena de producción que ofrece un humus de buena calidad en un período de seis meses, así mismo la implementación de esta técnica no solo reduce la cantidad de desechos orgánicos, sino que también genera un producto valioso para la agricultura, sin embargo se presenta en cierta parte mejorar el equipamiento al personal y el mantenimiento de maquinaria.

Con el análisis fisicoquímico del abono orgánico se dio como resultados positivos, que su composición es beneficiosa para el desarrollo tanto de sus suelos como plantas, siendo que del nitrógeno total se obtiene un 1,73%, una materia orgánica del 28.90% y fósforo con 1,32% que están dentro de rangos ponderables, además, el potasio con el 0,54% es bajo, lo que indica que debe cuidarse para mejorar su rendimiento, el sodio con el 0,14% más que suficiente para resultados óptimos y Cobalto $< 0,0001$ % lo que representa un porcentaje prácticamente indeterminado.

La socialización de los resultados obtenidos ha sido fundamental para fomentar prácticas sustentables en el manejo de residuos en el Centro Integral de Residuos Sólidos del municipio de Loja, debido a que la reunión informativa permitió que el personal técnico y los trabajadores de lombricultura comprendieran mejor la importancia y los beneficios del humus producido, esta iniciativa ha mejorado el conocimiento y la conciencia sobre la calidad del abono y su impacto positivo en la agricultura y el medio ambiente.

9. Recomendaciones

Para mejorar aún más la eficacia y la sostenibilidad del proceso de producción del abono orgánico "humus" en el Centro Integral de Residuos Sólidos de Loja, se recomienda invertir en el mantenimiento regular y la actualización del equipamiento y la maquinaria utilizada por los trabajadores, el cual también se debe implementar la capacitación continua y equipos de protección adecuados asegurará que el personal pueda operar en condiciones óptimas, lo que podría aumentar la eficiencia y la calidad del abono producido.

Dado que los análisis fisicoquímicos han mostrado un contenido de potasio inferior al ideal 0,54%, se recomienda enriquecer la materia prima utilizada para la producción del humus con materiales ricos en potasio, como cáscaras de plátano, cenizas de madera, etc. esta medida ayudará a elevar los niveles de potasio en el abono, mejorando así su valor nutricional y eficacia para el crecimiento y la resistencia de las plantas.

Para consolidar y expandir las prácticas sustentables en el manejo de residuos, se recomienda realizar sesiones de capacitación periódicas y talleres educativos para el personal del Centro Integral de Residuos Sólidos, además se debería implementar un programa de seguimiento y evaluación continua para medir el impacto de las prácticas adoptadas, asegurando la mejora constante en la gestión de residuos y la producción de abono orgánico.

10. Bibliografías

- Acosta, B. (03 de Abril de 2023). *Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo*.
<https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>
- Agrocalidad. (26 de Febrero de 2020). Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola. [Archivo PDF].
<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/ac6.pdf>
- Alba, M. (23 de 11 de 2023). *Abono Bocashi: Una solución sostenible que mejora la fertilidad del suelo*.
<https://agroecologysl.com/bocashi-abono-organico-fermentado-enriquecido-agricultura/>
- Almagro, L. (2019). *Problemas a resolver*.
<https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea02s/ch51.htm>
- Andes, F. (27 de Febrero de 2019). *Sinergias entre Degradación de la Tierra y Cambio Climático en los Paisajes Agrarios del Ecuador*. biblioteca flacsoandes.
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57189.pdf>
- Aracil, J. (2021). *Aprovechamiento de residuos orgánicos*. Landfill solutions.
<https://landfillsolutions.es/es/aprovechamiento-de-los-residuos-organicos/>
- Cajas, M. (27 de Abril de 2023). Módulo de Información Ambiental y Tecnificación Agropecuaria. [Archivo PDF].
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_2022/PPT_MOD_AMB_ESPAC_2022_04.pdf
- Bailón, M., & Florida, N. (2021). Caracterización y calidad de los compost producidos y comercializados en Rupa Rupa-Huánuco. *Revista Enfoque UTE*. 12(1). 1--11.
https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v12n1/art001.html
- Cajas, M. (27 de Abril de 2023). Módulo de Información Ambiental y Tecnificación Agropecuaria. [Archivo PDF].
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_2022/PPT_MOD_AMB_ESPAC_2022_04.pdf

- Caruajulca, J. Chávez, A. Sánchez, A. & Sánchez, O. (27 de Diciembre de 2022). Caracterización fisicoquímica de compost producido con residuos orgánicos obtenidos del mercado mayorista de Chota, Cajamarca, Perú. *Revista Ciencia Norandina*. 5 (2). 1-13. [file:///C:/Users/linda/Downloads/1+Caracterizaci%C3%B3n+fisicoqu%C3%ADmica+de+compost+_Versi%C3%B3n+final+\(2\)+\(2\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/linda/Downloads/1+Caracterizaci%C3%B3n+fisicoqu%C3%ADmica+de+compost+_Versi%C3%B3n+final+(2)+(2)%20(1).pdf)
- Castillo, R., & Díaz, U. (2021). *Elaboración de Humus de Lombriz (Eisenia foetida) a partir de compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Distrito de San Roque de Cumbaza Región San Martín*. [Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61168/DelCastillo_GR-D%C3%ADaz_RUE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chamba, M. (2020). *Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente*. [Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUILAR%20CAMBA%20MIGUEL%20ANGEL.pdf>
- Chiriboga, C. (2021). *Fallas en la implementación de políticas ambientales de manejo de residuos: Análisis comparado en Quito y Loja, Ecuador*. [Tesis de maestría de Investigación en Estudios Urbanos, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador]. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17536/2/TFLACSO-2021CFC.pdf>
- Díaz, Yohana. (28 de 02 de 2018). *Se fortalece sistema de clasificación de residuos*. <https://www.loja.gob.ec/noticia/2018-02/se-fortalece-sistema-de-clasificacion-de-residuos>
- Díaz, Y. (11 de Octubre de 2020). *Incremento producción de abono orgánico*. Loja. <https://www.loja.gob.ec/noticia/2020-10/incrementa-produccion-de-abono-organico>
- FAO. (2018). *¿Que es el Suelo?* . <https://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- FAO. (2023). *Degradación del Suelo*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

- Florida, N., & Reátegui, F. (2019). Compost a base de plumas de pollos (*Gallus domesticus*) .
Revista IRRD. 31(1). <https://www.lrrd.org/lrrd31/1/nelin31011.html>
- Gálvez, E., Legua, J., Cruz, D., & Huamán, M. (2019). Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña deAzúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.).
UNASAM, 236-249.
https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/645/804
- Campos, G. (07 de 05 de 2024). *xihmai*. La observación, un método para el estudio de la realidad:
<file:///C:/Users/mauri/Downloads/Dialnet-LaObservacionUnMetodoParaElEstudioDeLaRealidad-3979972.pdf>
- Imaz, J. (11 de septiembre de 2023). *Cómo gestionar de manera eficiente los desechos*.
<https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/residuos-organicos/index.cshtml>
- INIAP. (2023). *Tecnología INIAP*. Análisis Químico de abonos orgánicos.
<https://tecnologia.iniap.gob.ec/categoria-producto/servicios-iniap/laboratorios/laboratorio-suelos-plantas-agua/analisis-quimico-de-abonos-organico/>
- Jaramillo, D. (07 de 12 de 2023). Entregan equipo de protección a trabajadores del centro de manejo de residuos sólidos. <https://www.loja.gob.ec/noticia/2023-12/entregan-equipo-de-proteccion-trabajadores-del-centro-de-manejo-de-residuos-solidos>
- Lévano, S., & Cecilia, A. (12 de 04 de 2024). Investigación cualitativa: diseños evaluación del rigor metodológico y retos. *Revista Redalyc*. 13. 71-78.
<https://www.redalyc.org/pdf/686/68601309.pdf>
- Loja, M. d. (08 de Octubre de 2020). *Producción de abono orgánico*. Facebook.
<https://fb.watch/rWBQ50m6hK/>
- MAGAP. (Mayo de 2020). Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica - ecológica - biológica en el Ecuador. [Archivo PDF].
<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/by3.pdf>
- Maquilón, A., & Gutierrez, X. (27 de 04 de 2022). *Caracterización físico-química de los principales abonos orgánicos comerciales, utilizados en la zona de Babahoyo*. Repositorio de la facultad de ciencias agropecuarias. [Titulación en Ingeniero Agropecuario].

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11319/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000180.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Muguirra, A. (2024). *question pro. Muestreo aleatorio simple: ¿Qué es y cómo realizarlo?*.
<https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-aleatorio-simple/>

Orell, N. (5 de Agosto de 2021). *Suelo*. <https://concepto.de/suelo/>

Orell, N. (17 de Marzo de 2023). *Suelo*. <https://humanidades.com/suelo/>

Pastor, C. (2019). Proyecto de diseño de un biorreactor para la Producción de Compost a partir de biorresiduos. [Tesis Ingeniería agroalimentaria del medio rural, Universidad Jaume].
https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/183933/TFG_C.Pastor.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Petro, K. (30 de 11 de 2021). *Abono Verde: Consejos Sobre Cuándo Y Cómo Hacerlo*.
<https://eos.com/es/blog/abono-verde/>

Quituisaca, J. (2023). Determinación de las propiedades físicas, químicas y la relación C/N de tres tipos diferentes de abonos orgánicos en la Quinta Experimental la Argelia. [Tesis Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional de Loja].
https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27155/1/JhulissaVeronica_QuituisacaBure.pdf

Ríos, J. (04 de Mayo de 2019). Caracterización fisicoquímica de abonos orgánicos artesanales. [Tesis Químico Ambiental, Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9341/RiosEscobarJeanHelbert2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rubio, L. (09 de 05 de 2023). [Caracterización físico-química y comparación abonos orgánicos producidos a partir de estiércol por medio de lombricultura en Concá, Arroyo Seco, Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/8205/1/RI007357.pdf>

Salazar, A., Vidal, J., & Vela, M. (14 de 10 de 2021). Abonos Organicos. [Archivo PDF].
https://ico-bo.org/wp-content/uploads/2022/02/Abonos-organicos_ICO.pdf

- Salvador, G. (02 de 2023). Descomposición de materia orgánica y su papel en el ciclo del carbono. [https://microbiologia101.com/descomposicion-de-materia-organica-y-su-papel-en-el-ciclo-del-carbono/#:~:text=Durante%20la%20descomposici%C3%B3n%20de%20la,\(H2SO4\)%20en%20el%20proceso.https://microbiologia101.com/descomposicion-de-materia-organica-y-su-papel](https://microbiologia101.com/descomposicion-de-materia-organica-y-su-papel-en-el-ciclo-del-carbono/#:~:text=Durante%20la%20descomposici%C3%B3n%20de%20la,(H2SO4)%20en%20el%20proceso.https://microbiologia101.com/descomposicion-de-materia-organica-y-su-papel)
- Soliman, S. (23 de Marzo de 2022). *Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Loja*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/566244764/Centro-de-Gestion-Integral-de-Residuos-Solidos-de-Loja>
- Unidas, O. d. (31 de Agosto de 2021). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ec3e9a9f-593e-4c55-85a3-b5eefbeca839/content>
- Vásquez, J. (2019). *Importancia de la Materia Orgánica (MO) en la Actividad Biológica en el suelo*. Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/importancia-de-la-materia-organica-en-la-actividad-biologica-en-el-suelo>
- Velasco, A. (2024). *Metodología de la Investigación*. Researchgate. https://www.researchgate.net/publication/377470086_Velasco_Ashley_2024_Metodologia_de_la_Investigacion
- Velásquez, C. (25 de 05 de 2023). Análisis fisicoquímico del proceso de co-compostaje a partir de biomasa residual de “El Carrasco”. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/17cdcac8-d3d2-40a8-9f39-79202568c3ec/content>
- Vidal, L. (01 de 06 de 2023). Microorganismos eficientes en la descomposición de residuos sólidos orgánicos y obtención de compost en castillo grande, Perú. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2423/TS_LCVR_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villavicencio, L. (2021). *Evaluación de la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana (Eisenia Foetida sav.) mediante dos métodos de elaboración de humus en la granja*

experimental “La Pradera”. [Tesis Ingenieria agropecuaria, Universidad técnica del Norte].

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11817/2/03%20AGP%20308%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

11. Anexos

Anexo 1. Visita al Centro integral de residuos sólidos



Anexo 2. Encuesta

ENCUESTA SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ABONO A PARTIR DE LOMBRICULTURA- LOMBRIZ CALIFORNIANA ROJA (*Esenia foetida*) DEL CENTRO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE LOJA.

1. Cuenta con la vestimenta de bioseguridad adecuada para la obtención de abonos a partir de desechos orgánicos.

Si

No

A medias

Otros

2. Cuentan con las herramientas y maquinaria adecuada para la realización del proceso de obtención de abono a partir de desechos orgánicos

Si

No

Cuales

3. ¿Cómo describiría usted el proceso de lombricultura para la generación de abonos?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ¿Cuánto tiempo toma el proceso de elaboración de abono a partir de materia orgánica?

.....
.....
.....
.....

5. ¿Qué tipo de cama utiliza para el proceso de elaboración de abono?

.....
.....

6. ¿Qué cantidad de materia orgánica se coloca en cada cama y cuál es su rendimiento

.....
.....
.....
.....

7. Con qué frecuencia se realiza el volteo de las camas

.....
.....

8. ¿Cuáles son sus potenciales compradores y como es su sistema de venta?

.....
.....
.....

9. ¿Cuál es la presentación a la venta del abono orgánico?

.....
.....

10. ¿Ha encontrado algún desafío en el proceso de obtención del abono?

Sí

No

Otro

.....
.....

Anexo 3. Aplicación de encuestas a trabajadores



Anexo 4. Socialización de resultados fisicoquímicos de ciertos parámetros del abono orgánico



Quito, 13 de Octubre de 2024

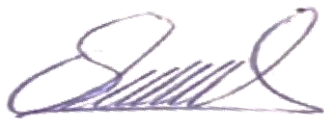
CERTIFICADO

Yo, Olga Genoveva Jaramillo Soto con C.I.1103139653, Lcda. De Inglés:

CERTIFICA:

Que la Sra. Paula Ocampo Carchi ha realizado de forma satisfactoria el resumen de su trabajo de tesis en Inglés, considerando que se ha reproducido con exactitud y precisión lo expresado, respetando las reglas ortográficas y gramática. Lo cual garantiza la traducción del texto inicial.

Atte.



.....

Lcda. Olga Genoveva Jaramillo Soto

1103139653