

Propuesta técnica y económica de vermicultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en conjuntos residenciales para la generación de abono: Caso de estudio conjunto Terrazas de Castilla III.

Diana Patricia Riveros Moreno

Kevin Andrey Morera Camelo

Universidad ECCI

Dirección de Posgrados

Especialización en Educación para la Sostenibilidad Ambiental

2024

Propuesta técnica y económica de vermicultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en conjuntos residenciales para la generación de abono: Caso de estudio conjunto Terrazas de Castilla III.

Diana Patricia Riveros Moreno

Kevin Andrey Morera Camelo

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Educación para la Sostenibilidad Ambiental

Asesora:

MSc María Jisset Calvo Saad

Universidad ECCI

Dirección de Posgrados

Especialización en Educación para la Sostenibilidad Ambiental

2024

Dedicatoria

La problemática de los residuos sólidos es algo bastante preocupante, de una u otra manera buscamos dejar una huella positiva y dar posibles soluciones a todo lo que nos aqueja. Es por esto que queremos dedicar este proyecto a Dios, a nuestro grupo de trabajo que creyó en esta idea y a nuestras familias por ser un apoyo. Todos actuaron con un papel incondicional para sacar adelante este proyecto.

Agradecimientos

Principalmente a Dios, por permitirnos realizar este proyecto, a nuestra familia por el apoyo incondicional en cada aspecto de nuestra vida, incluyendo nuestra formación académica y profesional.

Como también a la ingeniera María Jisset Calvo Saad, por todo su acompañamiento y asesoría en la ejecución del trabajo de grado.

Finalmente, a los habitantes y administración del Conjunto Residencial Terrazas de Castilla III, por permitirnos realizar el diagnóstico de la segregación en la fuente y la separación de los residuos sólidos orgánicos, para el desarrollo experimental del proyecto.

Tabla de Contenido

1.	RESUMEN	12
2.	ABSTRACT.....	14
3.	INTRODUCCIÓN	16
4.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
4.1.	Descripción del problema.....	18
4.2.	Formulación del problema	19
5.	Objetivos.....	20
5.1.	Objetivo general	20
5.2.	Objetivos específicos.....	20
6.	Justificación y delimitación	21
6.1.	Justificación.....	21
6.2.	Delimitación.....	24
6.3.	Limitaciones	24
7.	Marcos de Referencia	26
7.1.	Marco de antecedentes	26
7.2.	Marco conceptual	29
7.2.1.	Abono orgánico.....	29
7.2.2.	Compostaje	30

7.2.3.	Lombricultura/vermicultura.....	30
7.2.4.	Residuos sólidos orgánicos.....	31
7.2.5.	Separación en la fuente.....	31
7.3.	Marco teórico.....	32
7.3.1.	Residuos sólidos domiciliarios.....	32
7.3.2.	Separación En La Fuente.....	33
7.3.3.	Lombricompost.....	35
7.4.	Marco legal.....	36
8.	Marco metodológico de la investigación.....	39
8.1.	Enfoque.....	39
8.2.	Tipo de investigación.....	39
8.3.	Paradigma.....	39
8.4.	Fases de investigación.....	40
8.4.1.	Elaborar un plan técnico y económico para el desarrollo de proyectos de vermicultura en conjuntos residenciales.....	44
8.4.1.1.	Estudio de mercado: para la demanda de abono orgánico.....	44
8.4.1.2.	Análisis de factibilidad técnica.....	44
8.4.1.3.	Análisis de factibilidad económica.....	47

8.4.2.	Desarrollar un piloto de descomposición de los residuos orgánicos con el propósito de evaluar y determinar la viabilidad y eficacia de la vermicultura como método óptimo en el manejo de residuos orgánicos en conjuntos residenciales.	47
8.4.2.1.	Vermicultivo con la medición de variables físicas- químicas	47
8.5.	Población.....	48
9.	Resultados y discusión.....	49
9.1.	Resultados del estudio de mercado.	49
9.2.	Resultados del análisis de la factibilidad técnica.	55
9.2.1.	Resultados de la encuesta.....	55
9.2.2.	Resultados del montaje de las camas	61
9.3.	Resultados análisis de factibilidad económica.....	75
9.4.	Resultados análisis fisicoquímicos para el abono producido en el vermicultivo.....	77
10.	Conclusiones.....	80
11.	Recomendaciones	81
12.	Referencias bibliográficas.....	83

Lista de Figuras

Figura 1.	Tipos de residuos ordinarios domiciliarios.....	33
Figura 2.	Código de colores para la separación de residuos a nivel nacional.....	34
Figura 3.	Características de los tipos de lombrices.....	45
Figura 4.	Planificación operativa	46

Figura 5. Ubicación del proyecto.....	49
Figura 6. Respuestas pregunta 1. Porcentajes de residuos que más se producen en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III.	55
Figura 7. Respuestas pregunta 2. Porcentajes de la disposición de los residuos sólidos orgánicos generados en las viviendas del conjunto residencial Terrazas de Castilla III.....	56
Figura 8. Respuestas pregunta 3. Porcentajes de clasificación de los residuos sólidos orgánicos de acuerdo con el código de colores	56
Figura 9. Respuestas pregunta 4. Porcentajes de aspectos que dificultan la clasificación de los residuos sólidos orgánicos	57
Figura 10. Respuestas pregunta 5. Porcentajes de la disposición en realizar la clasificación de los residuos sólidos orgánicos de acuerdo con el código de colores	57
Figura 11. Respuestas pregunta 6. Porcentajes de habitantes que han recibido capacitación en el manejo de los residuos sólidos orgánicos	58
Figura 12. Respuestas pregunta 7. Porcentajes de habitantes que conocen cómo es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto.....	58
Figura 13. Respuestas pregunta 8. Porcentajes de habitantes que consideran que los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial podrían aprovecharse	59
Figura 14. Respuestas pregunta 9. Porcentajes de habitantes que conocen la técnica de vermicultura/lombricultura	59
Figura 15. Respuestas pregunta 10. Porcentajes de habitantes que están de acuerdo que en el conjunto residencial se llevara a cabo un proyecto de vermicultivo/lombricultivo.....	60
Figura 16. Plano del montaje del vermicultivo casero.....	62
Figura 17. Tapas de los baldes	63

Figura 18. Orificios en la base de los baldes	63
Figura 19. Tapas de los baldes cortadas.....	63
Figura 20. Ubicación de baldes para vermicultivo	63
Figura 21. Malla en la base de los baldes	64
Figura 22. Montaje de las 4 camas.....	64
Figura 23. Trituración de residuos sólidos orgánicos	64
Figura 24. Residuos de tubérculos triturados.....	64
Figura 25. Residuos sólidos orgánicos triturados	65
Figura 26. Pesaje de la cantidad total de lombrices	66
Figura 27. Pesaje de lombrices para cada una de las camas	66
Figura 28. Inoculación de lombrices en la cama de frutas.....	66
Figura 29. Inoculación de lombrices en la cama de verduras	66
Figura 30. Inoculación de lombrices en la cama de tubérculos	67
Figura 31. Inoculación de lombrices en la cama de mix.....	67
Figura 32. Pesaje de residuos para la cama de frutas.....	67
Figura 33. Adición de residuos en la cama de frutas	67
Figura 34. Pesaje de residuos para la cama de verduras	68
Figura 35. Adición de residuos en la cama de verduras	68
Figura 36. Pesaje de residuos para la cama de mix.....	68
Figura 37. Adición de residuos en la cama de mix	68
Figura 38. Pesaje de residuos para la cama de tubérculos	69
Figura 39. Adición de residuos en la cama de tubérculos.....	69

Lista de Tablas

Tabla 1. fases de investigación	40
Tabla 2. Tipos de lombrices.....	45
Tabla 3. Abonos orgánicos de venta comercial en Colombia.....	50
Tabla 4. Datos poblacionales y de exportaciones e importaciones.....	53
Tabla 5. Materiales e insumos	75
Tabla 6. Mano de obra	76
Tabla 7. Análisis de factibilidad financiera	77
Tabla 8. Análisis de indicadores financieros	77
Tabla 9. Análisis fisicoquímico del abono producido	78

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria por municipio enero a septiembre 2023. Fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo.....	52
Gráfica 2. Comportamiento de variables. Cama 1 - Tubérculos (14/Nov - 28/Nov).....	70
Gráfica 3. Comportamiento de variables. Cama 1 - Tubérculos (29/Nov - 14/Dic).....	70
Gráfica 4. Comportamiento de variables. Cama 2 - Mix (14/Nov - 28/Nov).....	71
Gráfica 5. Comportamiento de variables. Cama 2 - Mix (29/Nov - 14/Dic).....	71
Gráfica 6. Comportamiento de variables. Cama 3 - Verduras (14/Nov - 28/Nov).....	72
Gráfica 7. Comportamiento de variables. Cama 3 - Verduras (29/Nov - 14/Dic).....	72
Gráfica 8. Comportamiento de variables. Cama 4 - Frutas (14/Nov - 28/Nov).....	73
Gráfica 9. Comportamiento de variables. Cama 4 - Frutas (29/Nov - 14/Dic).....	73

Lista de anexos

Anexo 1. Encuesta.

Anexo 2. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria por municipio enero a septiembre 2023. Fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo.

Anexo 3. Formato para reporte de variables físicas- químicas del vermicultivo.

Anexo 4. Resultados de laboratorio del abono orgánico.

1. RESUMEN

Este proyecto es una propuesta técnica de vermicultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en el Conjunto Residencial Terrazas de Castilla III, ubicado en la localidad de Kennedy en la ciudad de Bogotá Distrito Capital, con la finalidad de aprovechar estos residuos para generación de compost, disminuyendo la cantidad que llega al relleno sanitario Doña Juana. Así como lo menciona (Camelo, et, al., 2023, p. 28). *“Los residuos sólidos generados a diario en los hogares contienen un 40 % de materia orgánica que puede ser reciclada y retornada a la tierra b n7u7u887a en forma de compost para las plantas. De cada 100 kg de residuos orgánicos se obtienen aproximadamente 30 kg de compost, lo cual podría contribuir a la reducción de los residuos que se llevan a los vertederos y, al mismo tiempo, el consumo de abonos químicos”*.

Inicialmente se plantea un plan técnico y económico, donde se parte de verificar precios del mercado, oferta y demanda de abonos orgánicos, paralelamente, para identificar los residuos orgánicos que más se generan en el conjunto residencial, se realiza un diagnóstico de la segregación en la fuente, mediante el uso de encuesta, además de la verificación del almacenamiento de los residuos en el shut, para posteriormente realizar su caracterización.

Después de caracterizados los residuos, se realiza una prueba piloto para la descomposición de diferentes tipos de residuos orgánicos, mediante el montaje de vermicultivo casero, la estrategia para poder realizar el proceso de descomposición es la utilización de la lombriz roja californiana (*E. foetida*), la cual es *“ampliamente utilizada gracias a su alta tasa de reproducción, su capacidad para vivir en comunidad y su hábito de permanecer en los espacios donde ha sido incorporada”* (Camelo, et, al., 2023, p. 35). Además del control de las condiciones de temperatura, pH y humedad por un tiempo de 30 días.

Después de generarse el compost, se verifica si el producto generado cumple con lo establecido en la normatividad colombiana, como es la norma NTC 5167 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 2022), en la cual establece los requisitos que deben cumplir los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes. Para posteriormente, suministrar a huertas certificadas y avaladas mediante acto administrativo del Jardín Botánico José Celestino Mutis y que cumplan con los lineamientos establecidos en el protocolo de agricultura urbana y periurbana agroecológica en espacio público en el marco de la Resolución No. 361 de 30 de diciembre de 2020.

Palabras claves: Vermicultura, compostaje, abono orgánico, residuos sólidos orgánicos, separación en la fuente.

2. ABSTRACT

The current project is a technical proposal of vermiculture for the use of organic solid waste generated in the Residential Complex Terrazas de Castilla III, located in the town of Kennedy in the city of Bogotá Capital District, in order to use this waste to generate compost, reducing the amount that reaches the Doña Juana sanitary landfill. As mentioned by (Camelo, et, al., 2023, p. 28). *"The solid waste generated daily in households contains 40% of organic matter that can be recycled and returned to the soil in the form of compost for plants. Approximately 30 kg of compost is obtained from every 100 kg of organic waste, which could contribute to the reduction of waste taken to landfills and, at the same time, the consumption of chemical fertilizers"*.

Initially, a technical and economic plan is proposed, which starts by verifying market prices, supply and demand of organic fertilizers, in parallel, to identify the organic waste that is most generated in the residential complex, a diagnosis of the segregation at the source is made, through the use of a survey, in addition to the verification of the storage of waste in the shut, to later carry out its characterization.

After characterizing the waste, a pilot test was carried out for the decomposition of different types of organic waste, through the assembly of home vermiculators, the strategy to carry out the decomposition process is the use of the Californian red earthworm (*E. foetida*), which is "widely used thanks to its high reproduction rate, its ability to live in community and its habit of remaining in the spaces where it has been incorporated" (Camelo, et al., 2023, p. 35). In addition to the control of temperature, pH and humidity conditions for a period of 30 days.

After the compost is generated, it is verified whether the generated product complies with Colombian regulations, such as NTC 5167 (Colombian Institute of Technical Standards and

Certification (ICONTEC, 2022), which establishes the requirements that organic products used as manures or fertilizers must meet. Subsequently, to supply certified and endorsed gardens through an administrative act of the José Celestino Mutis Botanical Garden and that comply with the guidelines established in the protocol for urban and peri-urban agroecological agriculture in public spaces in the framework of Resolution No. 361 of December 30, 2020.

Key words: Vermiculture, composting, organic fertilizer, organic solid waste, separation at source.

3. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población y la acelerada cultura del consumismo, hasta los altos costos que implica una recolección selectiva de residuos sólidos reciclables en áreas urbanas (Melo, 2019), son algunas de las causas de una de las grandes problemáticas ambientales que existe actualmente: la generación de residuos sólidos. *“Para el caso de Colombia, se ha encontrado que las ciudades capitales tales como Medellín, Cali, Barranquilla y Bogotá generan un aproximado de 11.275 toneladas/día de residuos sólidos municipales, de los cuales aproximadamente el 41% corresponde a residuos orgánicos. Bogotá, genera aproximadamente 6.500 toneladas de residuos sólidos/día, distribuidos en 20 localidades, siendo la localidad de Engativá después de Kennedy, la que más residuos genera a la ciudad”* (Alcaldía mayor de Bogotá D.C., 2015, como se citó en Rivera y Yate, 2017). La inadecuada disposición final de estos residuos genera otra serie de impactos ambientales, contaminando los recursos agua, suelo y aire, como es el caso del relleno sanitario Doña Juana, ubicado en la ciudad de Bogotá, al cual la UAESP le ha abierto varios procesos sancionatorios al operador del relleno por malos manejos. Uno de los más recientes es el del 24 de agosto de 2017, por el cubrimiento inadecuado de las basuras y la falta de control de los vectores (Moreno & Garnica, 2017). A este relleno llegan 6.368 toneladas de residuos sólidos por día y se genera contaminación en la cuenca media del río Tunjuelo y la quebrada yerbabuena, por el vertimiento de los lixiviados, donde aproximadamente el 80% del vertimiento de los residuos tóxicos se vierten a esta cuenca sin ningún tipo de tratamiento (Gordillo, et al. 2023). Por lo anterior, se ha hecho necesario generar nuevas tecnologías, implementar la economía circular y políticas con el fin de mitigar y contribuir a la disminución de la generación de residuos sólidos. Una de estas estrategias es la que se propone en este proyecto, la cual consiste en la generación de abono a partir del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos por medio de la vermicultura

mediante el uso de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con los residuos orgánicos generados en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III, ubicado en la ciudad de Bogotá, localidad de Kennedy; con un enfoque hacia la agricultura urbana.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del problema

La problemática ambiental por la baja gestión de los residuos sólidos orgánicos va en aumento a medida que va creciendo la población. Es por esto por lo que nace la necesidad de empezar a buscar alternativas para su aprovechamiento. Además, de evidenciar una problemática local y es que la capacidad del relleno sanitario Doña Juana está llegando a su límite.

Por tal motivo, la búsqueda de soluciones prácticas y sencillas para mitigar los impactos ambientales es un inicio importante en el uso de estos residuos.

Igualmente, es importante tener en cuenta los estudios y propuestas de otras alternativas para el aprovechamiento de estos residuos, como la de un conjunto residencial ubicado en la localidad de Engativá quienes manifestaron que quieren generar un modelo de negocio orientado a prestar el servicio de evaluación, caracterización y clasificación los residuos sólidos generados por conjuntos residenciales de propiedad horizontal (multiusuarios) en la ciudad de Bogotá D.C. por disminución del volumen presentado (aforo). (Enciso, 2019)

Así como el anterior proyecto presentado va enfocado al aprovechamiento de los residuos orgánicos, también es el caso del Conjunto Residencial la Colina ubicado en Sogamoso en el departamento de Boyacá, donde con la recuperación de la materia orgánica se realiza la producción de abono orgánico y al mismo tiempo permite reducir el volumen de residuos domésticos que terminan en el relleno. Allí el aprovechamiento de los residuos se realizó por medio del proceso de compostaje aerobio en reactor horizontal; realizando primero una caracterización fisicoquímica de los residuos orgánicos provenientes de los hogares del conjunto y hojarascas extraídas de las zonas verdes para su posterior tratamiento, determinando que las materias primas son de fácil

degradación por medio de los procesos de transformación natural obteniendo un abono de buena calidad. (Alba, 2020)

Para obtener un abono de buena calidad es necesario garantizar las condiciones físicas y químicas óptimas durante el proceso de degradación. (Baquero, 2019).

Por lo antes expuesto, se espera que con el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el Conjunto Residencial Castilla III, se logró minimizar su disposición final en el relleno sanitario Doña Juana y dar un uso efectivo en diferentes cultivos y/o jardines.

4.2. Formulación del problema

De acuerdo con la problemática planteada se establece la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué propuesta técnica y económica se puede implementar para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en conjuntos residenciales, para la generación de abono?

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta técnica y económica de vermicultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en conjuntos residenciales para la generación de abono: Caso de estudio conjunto Terrazas de Castilla III.

5.2. Objetivos específicos

Elaborar un plan técnico y económico para el desarrollo de proyectos de vermicultura en conjuntos residenciales.

Desarrollar un piloto de descomposición de los residuos orgánicos con el propósito de evaluar y determinar la viabilidad y eficacia de la vermicultura como método óptimo en el manejo de residuos orgánicos en conjuntos residenciales.

6. Justificación y delimitación

6.1. Justificación

El compost no es un invento reciente. Es un proceso tan antiguo como la aparición de organismos y microorganismos en este planeta y que no ha parado desde entonces (Alonso, 2018). Sin embargo, con el pasar de los años, la problemática ambiental por la indebida disposición de los residuos sólidos ha ido creciendo, hasta el punto de que el relleno sanitario Doña Juana en Bogotá ya se encuentra saturado y presentando problemas de derrumbes y de salubridad importantes. Adicionalmente, hay que tener en cuenta la cantidad de residuos que no llegan hasta un centro de acopio y terminan en la red de alcantarillado o cuerpos de agua generando que estos se deterioren.

Una de las alternativas para contribuir a la mitigación de la problemática ambiental causada por la mala disposición de los residuos sólidos, es hacer compostaje. Además, que tiene una serie de beneficios en varios aspectos como:

- Beneficios para el conjunto residencial:
 - Ahorro de dinero, ya que, habrá menos kilogramos de residuos para tratar y por lo tanto, menos kilogramos de residuos por los que hay que pagar para disponerlos o mandarlos a tratamiento final (Santander. 2020).
 - Menor contaminación: Según estima un estudio de la Universidad de Buenos Aires (UBA), “Hasta el 42% de los materiales descartados en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) podrían transformarse en abono”. En líneas generales, se puede reducir hasta en un 40% los residuos que se disponen como domiciliarios

y que se destinan a los vertederos municipales, evitando los grandes problemas al suelo, al aire y a la salud de las personas, provenientes de la descomposición de dichos residuos en vertedero o incineradores (Santander, 2020).

- Uso de fertilizante 100% natural para las áreas verdes del conjunto.
- Beneficios a nivel económico:
 - Se puede obtener abono o fertilizantes naturales a bajo costo.
- Beneficios a nivel social:
 - Toma conciencia a los residentes del conjunto.
 - Incentivación y motivación para replicar el proyecto en otros conjuntos colindantes.
- Aportes al estudio de la sostenibilidad ambiental:

Si bien el uso principal del compost ha sido hasta hoy en día mejorar el terreno y limitar la cantidad de residuos orgánicos que terminan en rellenos sanitarios, en los últimos años están surgiendo nuevas aplicaciones que aprovechan su potencial en otros campos de actividad como, por ejemplo:

- Biorrecuperación: Se basa en el uso de sistemas de microorganismos presentes en el compost maduro y curado para retener y destruir contaminantes presentes en el agua o el suelo. Estos contaminantes son digeridos y metabolizados por los microorganismos del compost y transformados en humus y productos inertes, como dióxido de carbono, agua y sales. La biorrecuperación con compost se ha mostrado eficaz en la degradación y alteración de numerosas

clases de contaminantes, como hidrocarburos clorados y no clorados, sustancias químicas utilizadas para preservar madera, disolventes, metales pesados, pesticidas, derivados del petróleo y explosivos (Alonso, 2018).

- Control de plagas y enfermedades: Se ha descubierto que el compost puede ayudar a eliminar enfermedades y mantener alejadas a las plagas. Estos usos del compost en agricultura pueden ayudar a los productores a ahorrar dinero, reduciendo el uso de plaguicidas y conservando los recursos naturales. En las granjas avícolas, el compostaje de los residuos se ha mostrado como un método de bajo coste y efectivo para eliminar una basura de alto poder contaminante y al mismo tiempo reducir la mortalidad de los animales. El compostaje destruye organismos nocivos que causan enfermedades y a la vez crea un producto rico en nutrientes que puede ser usado o vendido (Alonso, 2018).

Control de la erosión: Aunque la erosión es un proceso natural, puede ser favorecida por actividades humanas, principalmente en los trabajos que se realizan en infraestructuras como carreteras o vías férreas. Por otro lado, es clave que estas vías se mantengan limpias y que los materiales de sus zonas laterales no vayan cayendo sobre la zona viaria o colmatando las cunetas. Con aplicaciones de poco espesor de compost se puede favorecer en gran medida el establecimiento de vegetación en los taludes y evitar de esta forma que las lluvias arrastren la tierra a la calzada.

6.2. Delimitación

Para la propuesta de vermicultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial terrazas de Castilla III, ubicado en la UPZ 46 Castilla, barrio catastral Ciudad Techo II, en la localidad de Kennedy, en la ciudad de Bogotá Distrito Capital, se abarca desde la identificación de los residuos orgánicos, el diagnóstico de la segregación en la fuente, la verificación del almacenamiento de los residuos en el shut, para posteriormente realizar su caracterización.

Luego de la caracterización se realiza una prueba piloto para la descomposición de diferentes tipos de residuos orgánicos (frutas, tubérculos, verduras y una combinación de estos), mediante el montaje de vermicultivo casero (4 camas o lechos de lombrices) ubicado en el mismo conjunto en un área aproximada de 2,75 m², para lo cual se tomará un tiempo aproximado de 30 días después de la puesta en marcha, para realizar mediciones diarias de temperatura, pH y humedad de las 4 camas o lechos de lombrices. Una vez terminada la prueba piloto se procederá a verificar si el compost generado cumple con la norma NTC 5167, para posteriormente ser suministrado en una huerta certificada.

Finalmente, con la ejecución de la propuesta se busca fortalecer propuestas de actividades de agricultura urbana que permitan el aprovechamiento de estos residuos y la reducción de los mismos en relleno sanitario.

6.3. Limitaciones

Posiblemente la limitación más importante es el reducido espacio con el que se cuenta para el montaje de las camas, sin embargo, se debe adaptar el espacio disponible.

Tampoco se cuenta con los instrumentos necesarios para hacer un análisis de abono resultante y cumplir según lo establecido en la norma NTC 5167, por lo que se hace necesario enviar las muestras a un laboratorio certificado para su análisis.

Con el fin de asegurar una mayor efectividad en el proceso de descomposición de los alimentos orgánicos suministrados en el lombricultivo, se debe asegurar por medio de instrumentos comprados o alquilados las condiciones internas de la vermicompostera como lo son el pH, humedad y temperatura.

Para reducir la inversión de recursos económicos se van a construir de cero las vermicomposteras.

7. Marcos de Referencia

7.1. Marco de antecedentes

De acuerdo con la propuesta planteada, se revisan diferentes investigaciones realizadas en relación con el compostaje de residuos sólidos orgánicos, entre los cuales se encuentra el aprovechamiento de residuos en conjuntos residenciales de la localidad de Engativá, Bogotá D.C., Enciso (2019); en el documento sobre proyecto de emprendimiento se abarca la problemática que en Bogotá se generan unas 7500 toneladas de basuras y solo se recicla el 15%, generando problemas de pérdida de vida útil del relleno sanitario (Dinero, 2017, como se citó en Enciso, 2019) y diferentes afectaciones ambientales. Por tal motivo, el proyecto busca prestar el servicio de asesoría e información de evaluación, caracterización y clasificación de los residuos generados en conjuntos residenciales. Dentro de las actividades realizadas se encontró una prueba pre-experimental con prototipo en conjunto residencial, mediante encuestas, se evidenciaron dificultades para separar lo que se recicla con lo que no, además de realizar jornadas de sensibilización y pesaje de residuos generados por el conjunto y separación para el cálculo del valor. Se tiene previsto herramientas digitales para venta de servicios y monitoreo.

Como también, se toma como se referencia la propuesta De Aprovechamiento Integral De Los Residuos Orgánicos Provenientes Del Conjunto Residencial La Colina, Alba (2020); en la cual se busca el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para abono orgánico por compostaje aerobio en reactor horizontal en Conjunto Residencial la Colina en el municipio de Sogamoso, donde se establece el proceso de aprovechamiento a nivel laboratorio y el aprovechamiento de lixiviados con carbón activado.

Dos de las propuestas, una de ellas presentada por (Enciso, 2019), está enfocada en un conjunto residencial ubicado en la localidad de Engativá quienes quieren generar un modelo de negocio orientado a prestar el servicio de evaluación, caracterización y clasificación de los residuos sólidos. Además del caso del Conjunto Residencial la Colina ubicado en Sogamoso en el departamento de Boyacá, donde con la recuperación de la materia orgánica se realiza la producción de abono orgánico y al mismo tiempo permite reducir el volumen de residuos domésticos que terminan en el relleno. (Alba, 2020).

Igualmente, el trabajo sobre aprovechamiento de residuos orgánicos residenciales para la generación de abono en Bogotá, de Baquero (2019), en el cual se busca el aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes de los hogares en la ciudad de Bogotá. y la generación de abono orgánico mediante la técnica de compostaje doméstico.

Además, dentro de las investigaciones y propuestas revisadas se evidenciaron aquellas enfocadas en la lombricultura/vermicultura, para el proceso de descomposición de residuos orgánicos como se describen a continuación:

Diseño e implementación de un proyecto de lombricultura para la obtención de humus a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el Asilo San José – Tunja (Boyacá) (Guerra, 2020). En el método de control y seguimiento implementado para medir las variables de las dos alternativas implementadas; se identificó la importancia que tiene los parámetros como la temperatura, pH y humedad en el proceso desarrollado para la transformación del material orgánico. Estos parámetros intervienen en la producción de las lombrices, y en el trabajo realizado por los microorganismos en el material orgánico.

Diseño de un lombricultivo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad tecnológica. (Alvarado y Díaz, 2019). En la investigación se diseña una alternativa de aprovechamiento para los residuos orgánicos generados por la comunidad académica en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a través de un lombricultivo, que contribuya a su adecuado aprovechamiento.

Finalmente el trabajo de lombricultura urbana para la gestión de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Bogotá D.C. (Toro, 2021), que busca desarrollar un sistema desde el diseño industrial para la actividad de la lombricultura en Bogotá que ayude a comunidades que desarrollan huertas urbanas comunitarias a gestionar efectivamente los residuos sólidos orgánicos generados en el ámbito urbano, que además les permita mejorar la calidad de sus productos agrícolas y que permita la obtención de todos los productos derivados de la lombricultura para su uso directo o comercialización.

Dentro de las investigaciones revisadas, se evidenció que, el tema central de las propuestas es el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, para dar un uso a estos residuos y para disminuir disposición final en relleno sanitario, además, como forma de rentabilidad y de generación de empleo.

Todas las propuestas están enfocadas en minimizar la cantidad de residuos sólidos que llegan a los diferentes rellenos sanitarios, así evitando derrumbes ya presentados y problemas sanitarios.

Durante la revisión de los documentos de investigación consultados, se observó que no en todos se aborda la caracterización de los residuos orgánicos y a partir de eso, cuál sería su máximo

potencial de aprovechamiento. Las investigaciones revisadas, son fuente fundamental para la propuesta que se plantea, enfocadas también en poblaciones específicas como lo son conjuntos residenciales, en el aprovechamiento de los residuos sólidos que son generados por esta población, además de las alternativas de aprovechamiento, en el caso del presente trabajo de investigación que se centrará en la generación de abono.

La conciencia ambiental es un aspecto fundamental que no todas las personas practican en su diario vivir, por esta razón, es importante implementar la sensibilización con estrategias didácticas para poder llegar a toda la comunidad, generar un cambio positivo en la mentalidad de los habitantes y así obtener una mejor acogida del proyecto.

7.2. Marco conceptual

7.2.1. Abono orgánico

Para el actual proyecto, se busca con la estrategia implementada, generar abono mediante vermicultura, *“es considerado el producto final de la lombricultura, y representa 17 características aptas para su aprovechamiento en diferentes aplicaciones (Acosta, et al, 2013. c.p Rubio, 2023. p16).*

“El abono humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, cien por ciento orgánico. Este se obtiene por medio de alimentar con desechos orgánicos y/o agropecuarios en proceso de descomposición a una especie de lombriz domesticada, la lombriz roja californiana. Dicha especie degrada la materia orgánica al último grado de descomposición obteniendo los excrementos de la lombriz, este proceso da como resultado un abono rico en proteínas y completamente orgánico” (Ramírez, 2017. p1)

7.2.2. Compostaje

“Es la práctica más recomendada a nivel mundial para dar tratamiento a la fracción orgánica de los residuos orgánicos” (Rynk, 1992; Stoffella y Kahn, 2004; Epstein, 2011 c.p Arrigoni, J. 2016., como se citó en Arrigoni, 2016 p3).

También es considerado por *“Román et al. (2013), como el proceso de la materia orgánica en descomposición, por acción de los microorganismos, bajo condiciones aeróbicas cuyo producto final se emplea para mejorar la estructura del suelo y aportar nutrientes, cuyas condiciones para su aplicación exhortan que el material deberá representar a la fracción de materia orgánica estabilizada, es decir, que incluya una relación C:N de 10:1 y ausencia de fitotoxicidad.”* (Manchego, 2022. p7)

7.2.3. Lombricultura/vermicultura

“Cría de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio y alimentadas con desechos orgánicos biodegradables para reciclar materia orgánica y obtener proteínas en forma de biomasa de lombrices de tierra”. Guerra, (2020)

También es catalogada como *“un proceso similar al compostaje donde en adición a las bacterias y otros microorganismos, el sistema digestivo de la lombriz juega un papel importante, transformando los residuos orgánicos en abonos de excelente calidad debido a los microorganismos benéficos que le aporta al suelo”.* (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014, como se citó en Guerra, 2020, p. 49).

“Es la utilización de lombrices para compostar residuos orgánicos. Es un proceso aerobio en que las lombrices, con ayuda de los microorganismos, transforman la materia orgánica en compuestos más simples” (Román et al, 2013, como se citó en Guerra, 2020, p.49).

7.2.4. Residuos sólidos orgánicos

Se definen según la norma técnica colombiana GTC 53- 7:2000 en, *“materiales sólidos o semisólidos de origen animal, humano o vegetal que se abandonan, botan, desechan, descartan y rechazan, y son susceptibles de biodegradación, incluyendo aquellos considerados como subproductos orgánicos, provenientes de los procesos industriales. La Tabla 1 presenta la clasificación de residuos sólidos orgánicos urbanos”*. (Rivera, 2017)

Los residuos sólidos orgánicos son *“biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos, etc.* (Pulido, P. 2012, como se citó en Alvarado y Díaz, 2019, p 9).

“La materia prima ya sea para el compost o para el lombricultivo los cuales predominan los residuos de origen vegetal, frutas u hortalizas” (Ríos, 2005, como se citó en Mona y Díaz, 2019, p. 25)

“(estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc) al ser inducidos a su degradación, permite la reincorporación de su proceso productivo, aprovechados como abonos orgánicos utilizados con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra”. (Puente Figueroa, 2010, como se citó en Mona y Díaz, 2019, p. 25)

7.2.5. Separación en la fuente

Según el artículo 2 del decreto 2981 de 2013, *“Es la clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, de*

acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos, según sea el caso” (Borda, et al. 2022, p18).

La separación en la fuente también *“es la actividad de seleccionar y almacenar los diferentes residuos sólidos desde su lugar de origen, para facilitar considerablemente su posterior manejo y aprovechamiento.” (López, 2020, p18)*

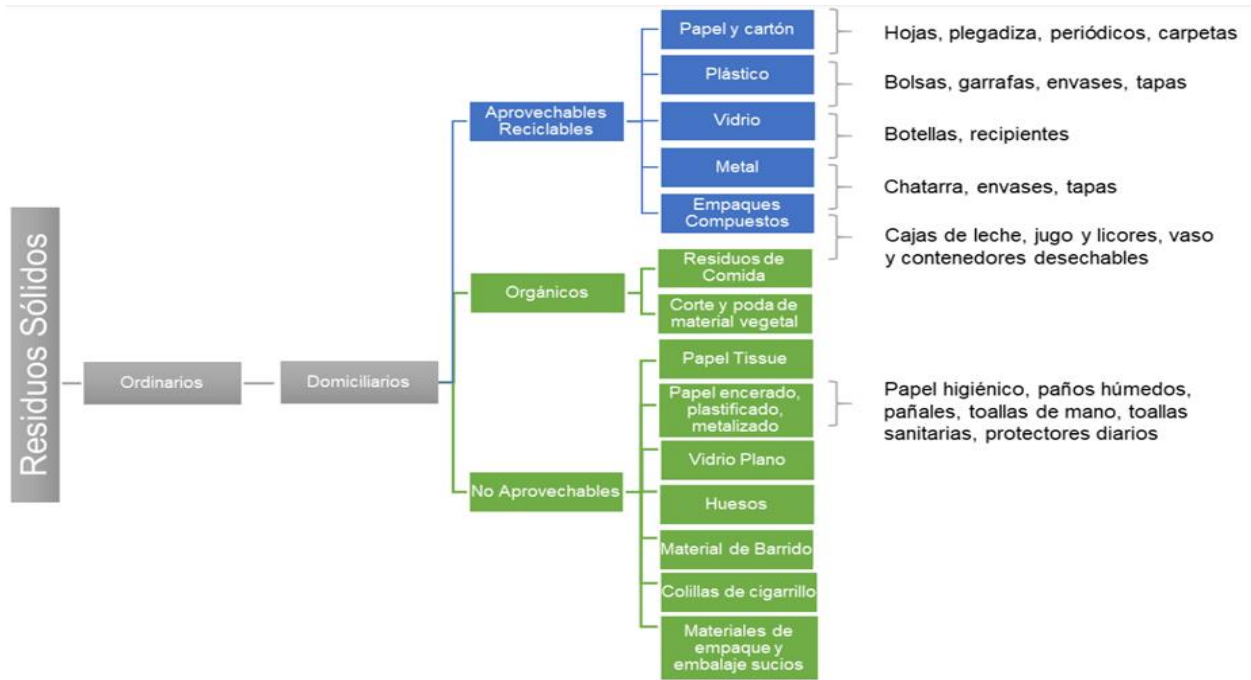
7.3. Marco teórico

7.3.1. Residuos sólidos domiciliarios

“Los residuos sólidos domiciliarios (RSD), son todos aquellos materiales, elementos, sustancias y objetos que se producen dentro del núcleo familiar “el hogar”, que en la mayoría de los casos no se tiene una adecuada separación desde la fuente; por tal motivo, la correcta disposición de los residuos sólidos tiene un lugar significativo para la gestión y educación ambiental” (Cárdenas & Juyó, 2022)

A continuación, se muestra en la Figura 1 los tipos de residuos ordinarios domiciliarios:

Figura 1. Tipos de residuos ordinarios domiciliarios



Fuente: (Alcaldía De Santiago De Cali. Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos Municipales – UAESPM. 2019).

7.3.2. Separación En La Fuente

La separación en la fuente corresponde a clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos, según sea el caso (MinAmbiente, 2018, como se citó en Garcés, 2022). Con el objetivo de fomentar la cultura ciudadana en materia de separación de residuos a lo largo y ancho del país, y teniendo en cuenta las experiencias y avances de algunas ciudades del país como Bogotá, Bucaramanga o Pereira, Minambiente expidió la Resolución No. 2184 de 2019, mediante la cual empezará a regir en el

2021, el código de colores blanco, negro y verde para la separación de residuos en la fuente, de la siguiente manera:

Color blanco: Para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.

Color negro: Para depositar residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros.

Color verde: Para depositar residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas etc (MinAmbiente, 2019).

Figura 2. Código de colores para la separación de residuos a nivel nacional



Fuente: (MinAmbiente, 2019)

Este código de colores deberá ser adoptado por los municipios o distritos que adelanten programas de aprovechamiento conforme a sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y permitirá simplificar la separación en la fuente en los hogares, preparando al país para

el desarrollo e implementación de nuevos esquemas de aprovechamiento, en dónde se unifiquen los esfuerzos entre todos los actores de la cadena (MinAmbiente, 2019).

7.3.3. Lombricompost

“Román et al. (2013), define al compostaje como el proceso de la materia orgánica en descomposición, por acción de los microorganismos, bajo condiciones aeróbicas cuyo producto final se emplea para mejorar la estructura del suelo y aportar nutrientes, cuyas condiciones para su aplicación exhortan que el material deberá representar a la fracción de materia orgánica estabilizada, es decir, que incluya una relación C:N de 10:1 y ausencia de fitotoxicidad.” (Manchego, 2022. p7).

Existen diversos métodos para realizar compostaje. Uno de ellos es la lombricultura/vermicultura. En este proceso, la especie de lombriz que *“comercialmente más se emplea es (Eisenia Foetida) conocida comúnmente como lombriz roja californiana”*. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014, como se citó en Guerra, 2020, p. 50). Su proceso de reproducción: *“El cuerpo de la lombriz parece una cadena formada de anillo, destacándose un anillo más grande, que contiene los órganos reproductivos, denominado clitelo. La lombriz es hermafrodita, es decir que en un mismo individuo tiene los dos sexos, pero para la reproducción se requiere de dos individuos. La fertilización es cruzada, se realiza por la unión de los clitelos de dos lombrices, donde se realiza la cópula, cada 7-10 días. Los dos individuos quedan fecundados y producen huevos, llamados cocones, o capullos. Los huevos tienen forma de limón y paraciencia amarilla transparente al inicio, siendo más café a medida que progresa el desarrollo de la lombriz.* (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014, como se citó en Guerra, 2020, p. 52).

“La lombriz roja californiana requiere de altas concentraciones de materia orgánica para alimentarse, pueden consumir prácticamente todos los tipos de materia orgánica, pudiendo ser

esta de origen orgánico vegetal, animal o mixto, fresco o en diferentes estados de descomposición. La lombriz puede llegar a ingerir diariamente su propio peso en alimento, es decir, 1 kilogramo de lombrices puede consumir 1 kilogramo de residuos cada día (Román et al 2013, como se citó en Guerra, 2020, p. 55).

La lombriz roja californiana (Eisenia foetida) cuyo sustrato son los residuos orgánicos putrescibles o biodegradables, los cuales una vez transformados pueden ser aprovechados como abono para cultivos agrícolas. Los residuos sólidos orgánicos putrescibles son transformados por la lombriz produciendo Humus, que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica, produciendo un Bioabono de excelente calidad. Si bien, en términos generales el manejo de esta Lombriz es muy sencillo, esta requiere de condiciones ambientales de humedad, temperatura, pH, riego, aireación y alimentación óptima para su desarrollo (Cajas, 2009; Ferruzzi, 1986 como se citó en Rivera, 2017, p. 7).

7.4. Marco legal

A continuación, se presenta la normatividad (leyes, decretos, resoluciones y demás normativas), que rige todo lo relacionado con la gestión de los residuos sólidos orgánicos, de acuerdo con el enfoque de la propuesta:

Constitución Política de Colombia de 1991.

- **Artículo 49:** La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

- **Artículo 79:** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

- **Artículo 80:** El estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Decreto 2811 de 1974: por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. **Artículos 35,36,38.** Para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán preferiblemente, los medios que permitan evitar el deterioro del ambiente y de la salud humana, reutilizar sus componentes, producir nuevos bienes, restaurar o mejorar los suelos. Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios se podrá imponer a quien los produce, la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.

Ley 9 de 1979

- **Artículo 28:** El almacenamiento de basuras deberá hacerse en recipientes o por períodos que impidan la proliferación de insectos o roedores y se eviten la aparición de condiciones que afecten la estética del lugar.

- **Artículo 198:** Toda edificación estará dotada de un sistema de almacenamiento de basuras que impida el acceso y la proliferación de insectos, roedores y otras plagas.

Ley 99 de 1993. Artículos 5,31,65: Reglamenta las funciones del ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible y de las corporaciones autónomas regionales (CAR), respecto a la evaluación, control y seguimiento del manejo y disposición final de residuos sólidos

Decreto 1713 (7, agosto, 2002): Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Decreto 312 de 2006: Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.

Decreto 2981 de 2013: Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

Decreto 1076 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Decreto 495 del 2016: Por el cual se adopta el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1784 de 2017: “Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento, y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo”.

Decreto 652 de 2018: por medio del cual se ajustan los datos de línea base contenidos en el Documento Técnico de Soporte DTS del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS.

Decreto 2412 de 2018: expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: reglamenta el Incentivo al Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos Sólidos (IAT).

Resolución 1045 de 2003-Artículo 4: que señala la obligatoriedad de articular Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) a los Planes de Ordenamiento Territorial.

Resolución 2184 de 2019. Artículo 4. Adóptese en el territorio nacional, el código de colores para la separación de residuos sólidos en la fuente.

Norma NTC 5167: En la cual establece los requisitos que deben cumplir los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes.

8. Marco metodológico de la investigación

8.1. Enfoque

Este proyecto está enfocado en un enfoque cuantitativo, el cual es secuencial y probatorio, se basa en investigaciones previas. Se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo (muestra) a una colectividad mayor (población). Fernández y Baptista, (2014). De acuerdo con este enfoque, se trabaja con un grupo de personas que hacen parte del Conjunto Residencial Terrazas de Castilla III, como también, se desarrolla un trabajo experimental que permite determinar si con la técnica de vermicultura se genera abono que cumpla con la normatividad establecida.

8.2. Tipo de investigación

-Investigación cuantitativa - experimental

- Investigación cuantitativa puesto que, se va a evaluar la cantidad de residuos sólidos que se generan en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III y se va a realizar un tratamiento de datos de manera matemática y estadística.

- Investigación experimental debido a que se va a realizar una prueba piloto de manera controlada para observar y evaluar diferentes variables del proceso de la vermicultura.

8.3. Paradigma

De acuerdo con el tipo de investigación, el paradigma que se enfoca en lo cuantitativo y experimental es el paradigma positivista o naturalista: *“También denominado paradigma cuantitativo, empírico analítico racionalista, es el paradigma dominante; el positivismo es una escuela filosófica que defiende determinados supuestos sobre la concepción del mundo y del*

modo de conocerlo, por lo que se extienden las características del positivismo a las dimensiones del paradigma.

Se caracteriza por el alto interés por la verificación del conocimiento a través de predicciones. Acepta como único conocimiento válido al conocimiento verificable y mensurable, visible.” (Ballina, s.f.)

8.4. Fases de investigación

A continuación, en la Tabla 1 se detallan las fases de investigación:

Tabla 1. fases de investigación

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS QUE VA A USAR PARA HACER LA O LAS ACTIVIDADES	RESULTADO ESPERADO
Elaborar un plan técnico y económico para el desarrollo de proyectos de vermicultura en conjuntos residenciales	1. Realizar un estudio de mercado para evaluar la demanda de abono orgánico	a. Revisión de precios de tres abonos orgánicos de mayor venta comercial. b. Revisión del aumento de la oferta y demanda de los abonos orgánicos en Colombia	Consolidación de precios del mercado de un abono orgánico.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS QUE VA A USAR PARA HACER LA O LAS ACTIVIDADES	RESULTADO ESPERADO
	2. Análisis de la factibilidad técnica.	<p>a. Realizar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos orgánicos generados en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III.</p> <p>b. Evaluar la composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial</p> <p>c. Seleccionar los tipos de lombrices más apropiados para la técnica del lombricultivo.</p> <p>d. Diseñar el espacio físico y las infraestructuras necesarias para el vermicultivo, incluyendo la ubicación de los lechos y áreas de almacenamiento de materiales.</p>	<p>Consolidar el estado actual de la gestión de los residuos orgánicos generados en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III.</p> <p>Realización del montaje de las 4 camas para el vermicultivo.</p>

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS QUE VA A USAR PARA HACER LA O LAS ACTIVIDADES	RESULTADO ESPERADO
	3. Análisis de factibilidad económica.	<p>Realizar un estudio de costos generados por la ejecución del proyecto de vermicultura</p> <p>a. Estimación de costos</p> <p>b. Estimación de ingresos</p> <p>c. Cálculo de indicadores financieros: Calcula indicadores financieros clave, como el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI).</p> <p>d. Análisis final de factibilidad económica.</p>	Consolidar los costos, ingresos en la ejecución del proyecto.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS QUE VA A USAR PARA HACER LA O LAS ACTIVIDADES	RESULTADO ESPERADO
<p>Desarrollar un piloto de descomposición de los residuos orgánicos con el propósito de evaluar y determinar la viabilidad y eficacia de la vermicultura como método óptimo en el manejo de residuos orgánicos en conjuntos residenciales.</p>	<p>1. Realizar un vermicultivo, con la medición de variables físicas-químicas y analizar resultados.</p>	<p>a. Realizar un vermicultivo casero en cuatro (4) camas o lecho de lombrices, para tres tipos de residuos (frutas, tubérculos, verduras y una combinación de estos), en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III.</p> <p>b. Seguimiento permanente del proceso de la prueba piloto, registrando las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> -temperatura - pH -humedad 	<p>Abono producido que cumpla con lo establecido en la normatividad colombiana, como es la norma NTC 5167, para posteriormente, suministrar a huerta certificada y avalada.</p>
	<p>2. Contratar análisis fisicoquímico para el abono producido en el vermicultivo.</p>	<p>a. Cotizar laboratorios acreditados para realizar análisis fisicoquímicos del abono orgánico producido, de acuerdo con los parámetros establecidos en la norma NTC 5167.</p>	

Fuente: Elaborada por autores

8.4.1. Elaborar un plan técnico y económico para el desarrollo de proyectos de vermicultura en conjuntos residenciales

8.4.1.1. Estudio de mercado: para la demanda de abono orgánico

Con el estudio de mercado se buscó estimar los abonos comerciales de mayor venta en el país y los precios promedio, además de la composición de los mismos, con el propósito de tener un comparativo con el abono que se producirá en la prueba piloto de la actual propuesta. Por tal motivo, se realizó la revisión de precios de tres abonos orgánicos de mayor venta comercial.

Además, se realizó la revisión del aumento de la oferta y demanda de los abonos orgánicos en Colombia, para determinar cuáles son de mayor venta en relación con aquellos de producción sintética y químicos y los abonos orgánicos.

8.4.1.2. Análisis de factibilidad técnica

- a. Realizar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos orgánicos generados en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III.
- b. Evaluar la composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial
- c. Seleccionar los tipos de lombrices más apropiados para la técnica del lombricultivo.

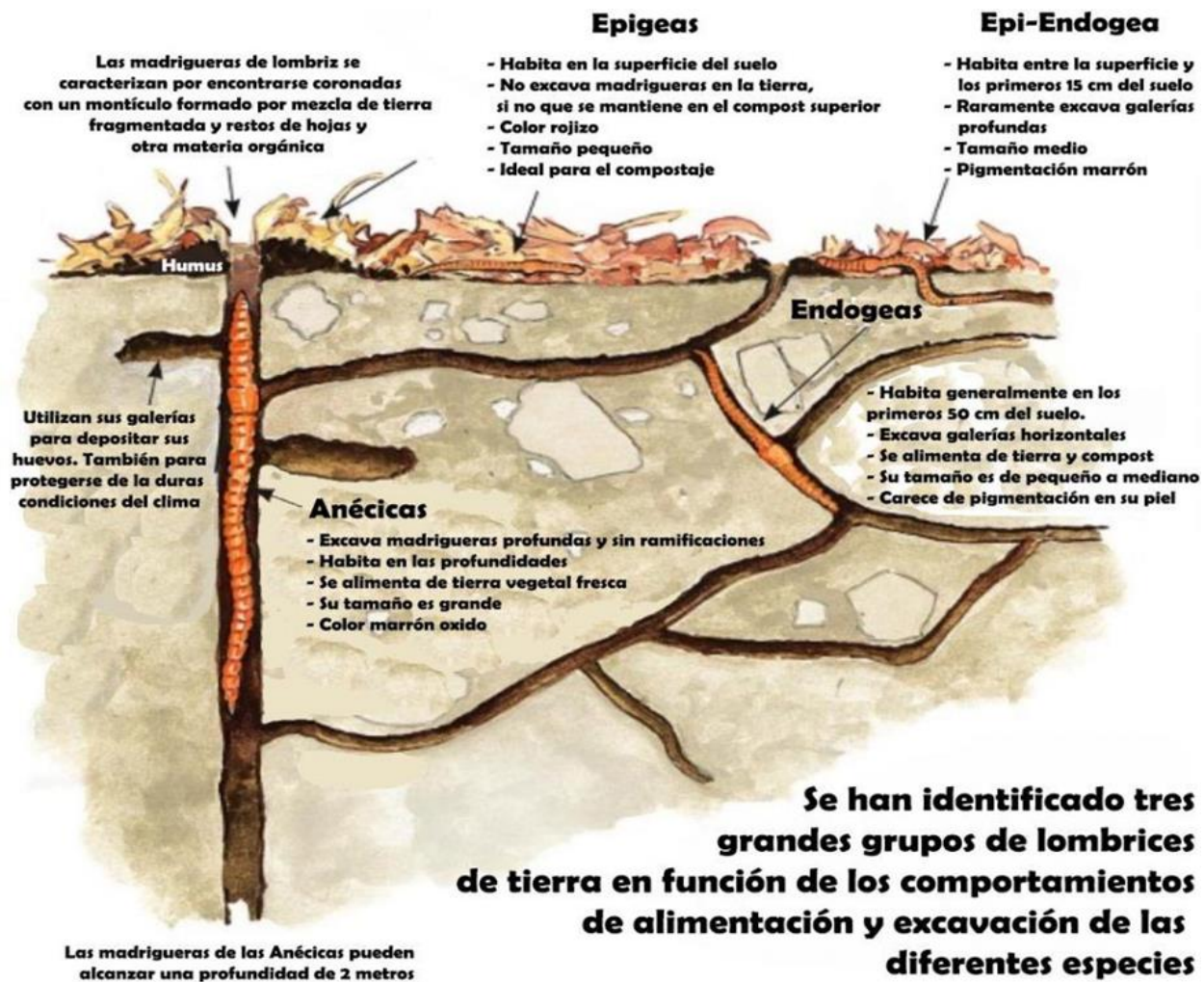
Con el fin de elegir el tipo y especie de lombriz más apropiada para el proyecto, en la Tabla 2 y en la Figura 3 se observan los tipos de lombrices y algunas de sus características principales, las cuales son condicionales importantes para tener en cuenta.

Tabla 2. Tipos de lombrices

TIPOS DE LOMBRICES				
	Epigeas	Epi-Endógena	Endógenas	Anécicas
Donde habita	Superficie del suelo	En la superficie y en los primeros 15 cm de profundidad	Generalmente en los 50 cm de profundidad	A más de 1 metro de profundidad
¿Excavan madrigueras?	No	Raramente	Si	Si
Tamaño en adultos	Pequeño	Medio	Pequeño a mediano	grande

Fuente: Autores

Figura 3. Características de los tipos de lombrices



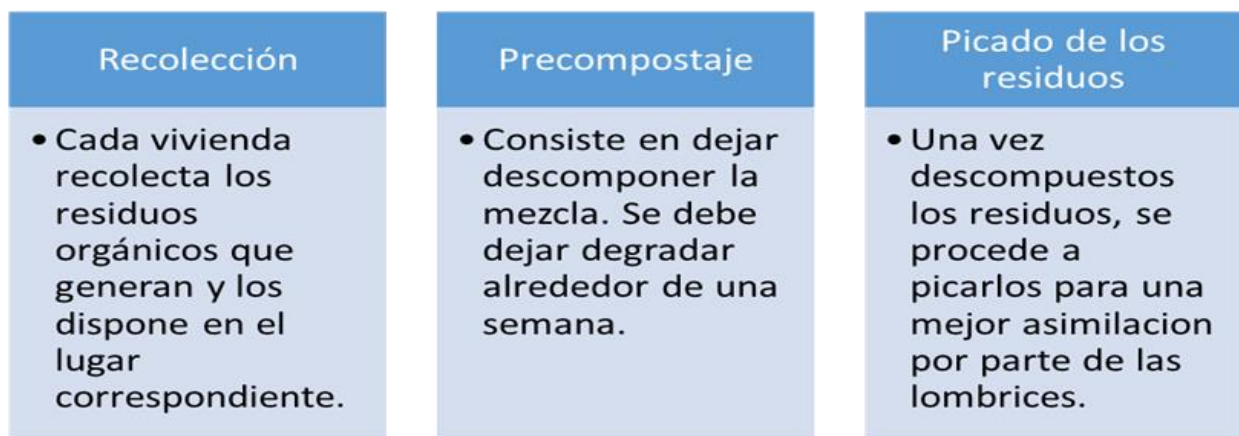
Fuente: Lombritec. 2020

Teniendo en cuenta lo anterior, el grupo de lombrices ideal para el lombricultivo son las epígeas, en el cual se encuentra la Lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), puesto que, habitan sobre la superficie del suelo o cercana a ella, no excavan madrigueras, su tamaño en etapa adulta es pequeño lo cual es óptimo para la ejecución del proyecto, es la más conocida y la que es utilizada en más del 80% de los criaderos del mundo, adicionalmente, como indica el programa La Finca de Hoy, tiene alta reproducción, no tiene hábitos migratorios, responde bien en cautiverio, se establece bien en cualquier clima y tiene alta voracidad. (La Finca de Hoy, 2018) (Guanche, 2015).

d. Diseñar el espacio físico y las infraestructuras necesarias para el vermicultivo, incluyendo la ubicación de los lechos y áreas de almacenamiento de materiales.

Planificación operativa: Desarrollar un plan de manejo de residuos orgánicos, que incluya la recopilación, almacenamiento y preparación de los desechos para la vermicultura. b. Definir un cronograma para las actividades de vermicultura, como la alimentación, monitoreo y cosecha de abono de lombriz.

Figura 4. Planificación operativa



Fuente: Autores

8.4.1.3. Análisis de factibilidad económica

a. Estimación de costos

Para la estimación de los costos de la inversión, se debe tener en cuenta los equipos de producción (canecas, bascula, higrómetro, lombrices rojas californianas, entre otros), además del análisis fisicoquímico del abono generado y la persona encargada de realizar mediciones por 30 días de las condiciones de las cuatro camas del lombricultivo.

b. Cálculo de indicadores financieros

De acuerdo con la generación de abono (humus de lombriz) de la prueba piloto, se determinan los indicadores financieros como el valor presente neto (VPN) y/p VAN (valor actual neto), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI) y se determina la factibilidad económica.

8.4.2. Desarrollar un piloto de descomposición de los residuos orgánicos con el propósito de evaluar y determinar la viabilidad y eficacia de la vermicultura como método óptimo en el manejo de residuos orgánicos en conjuntos residenciales.

8.4.2.1. Vermicultivo con la medición de variables físicas- químicas

Se realiza un análisis estadístico de las variables registradas diariamente (temperatura, pH, humedad) durante 30 días, que interfieren en la correcta descomposición dentro de las cuatro (4) camas o lecho de lombrices, para tres tipos de residuos sólidos orgánicos (frutas, tubérculos, verduras y una combinación de estos).

Determinar de acuerdo con la caracterización de los residuos sólidos orgánicos, cuál de estos se descompone con mayor efectividad.

Después de generarse el humus de lombriz, se verifica si el producto generado cumple con lo establecido en la norma NTC 5167 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 2022), en la cual establece los requisitos que deben cumplir los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes. Una vez cumpla con los estándares de esta norma, se suministrará a huertas certificadas y avaladas mediante acto administrativo del Jardín Botánico José Celestino Mutis y que cumplan con los lineamientos establecidos en el protocolo de agricultura urbana y periurbana agroecológica en espacio público en el marco de la Resolución No. 361 de 30 de diciembre de 2020.

8.5. Población

Habitantes del Conjunto Residencial Terrazas de Castilla III.

El conjunto tiene 152 casas, 3 torres con 72 apartamentos y un estimado de 650 habitantes.

Figura 5. Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth. 2023

9. Resultados y discusión

9.1. Resultados del estudio de mercado.

De acuerdo con el planteamiento metodológico de la propuesta, se muestran los resultados del estudio, en donde, para determinar los precios del mercado de abonos orgánicos en Colombia, se tomó como referencia los boletines mensuales de precios minoristas de los insumos y factores asociados a la producción agrícola y pecuaria de enero a septiembre de 2023 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y la posterior verificación de los precios comerciales, para la presentación del producto (50 kilogramos) para el abono orgánico Mineral Fertisol y Humestec Master, con un promedio de 11,9 (USD) y Abono De Lombriz humus fertilizante Orgánico acondicionador para la presentación del producto (25 kilogramos) con valor de 9,39 (USD), los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Abonos orgánicos de venta comercial en Colombia

Nombre abono	Composición	Presentación del producto	Precio comercial promedio
<p>Abono Orgánico Mineral Fertilisol</p>	<p>Nitrógeno total (N): 2,5% Fósforo Total (P205) de lenta asimilación: 2,86% Potasio total (K20): 2,00% Calcio total (CaO): 16,3% Carbono orgánico: 15% Humedad máxima; 15% Densidad: 0,71 g/c.c. pH: 7,9% Relación carbono/nitrógeno: 11% Cenizas: 47,9% Retención de humedad: 70,8% Capacidad de intercambio catiónico: 31 mEq/100 g</p>	<p>50 kilogramos</p>	<p>10,83 (USD)</p>
<p>Abono De Lombriz humus fertilizante Orgánico acondicionador</p>	<p>Nitrógeno total (N): 1,19% Fósforo Total (P205): 1,21% Potasio soluble en agua (k20): 1,01% Calcio (CaO): 1,62% Magnesio (MgO): 0,67% Carbono orgánico oxidable total: 19,50% Relación carbono/nitrógeno: 16,00 Cenizas: 32,60% Humedad máxima: 25,00% pH: 7,37 Densidad a 20 °C (base seca): 0,55 g/cm3 Capacidad de intercambio catiónico: 41,0 mEq/100 g Capacidad de retención de agua: 139,0%</p>	<p>25 kilogramos (única presentación)</p>	<p>9,39 (USD)</p>

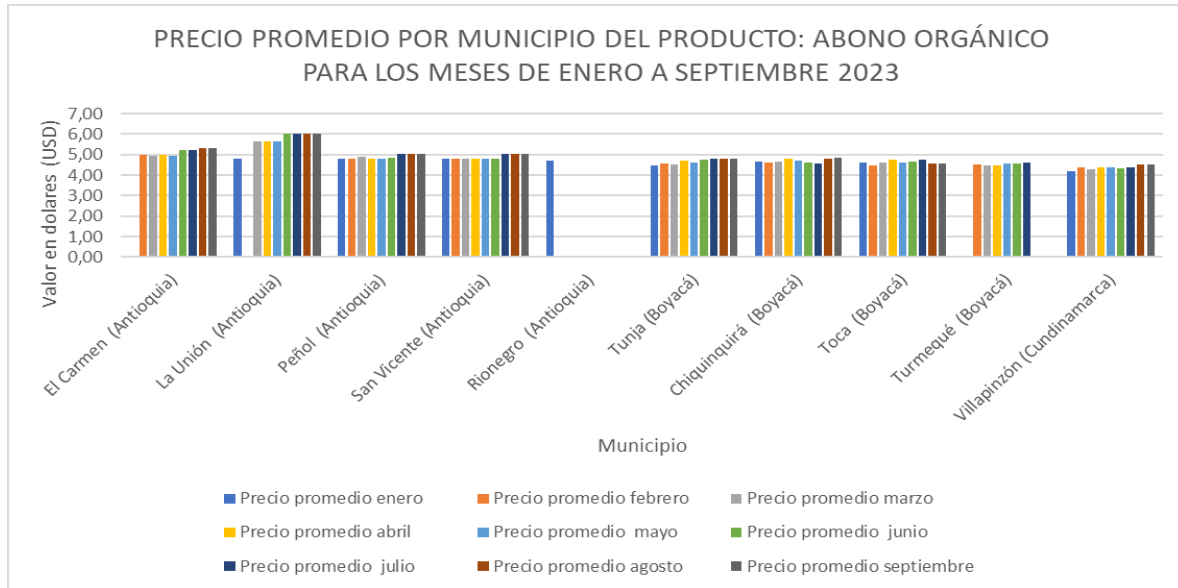
Nombre abono	Composición	Presentación del producto	Precio comercial promedio
Humestec Master	Nitrógeno total (N): 2% Fósforo Total (P205): 4,16% Potasio Total (k20): 1,44% Calcio Total (CaO): 2,50% Magnesio Total (MgO): 0,73% Sodio Total: 0,15% Elementos menores (%): 1,57 Humedad máxima: 13% Cenizas: 51% pH: 7,04	50 kilogramos	12,97 (USD)

Fuente: Autores

Tasa representativa del mercado (TRM -Peso por dólar) (26/10/2023): \$ 4154,94 (Cop)

De acuerdo con información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se verificó que los departamentos donde más se venden productos de abono orgánico de enero a septiembre del año 2023, son Antioquia, Boyacá y Cundinamarca, también se evidencia que el valor de 50 kilogramos que es la presentación del producto varía en promedio entre 4,17 (USD) a 6,02 (USD), tal como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 1. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria por municipio enero a septiembre 2023. Fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo



Elaboración propia, fuente (DANE, 2023)

Finalmente, se establece que la presentación comercial más vendida en Colombia es de 50 kilogramos, adicionalmente se evidenció en los boletines mensuales del DANE para el reporte de municipios que producen abono orgánico en el nombre del producto solo aparece “abono orgánico” y solo se presentan los nombres específicos en el reporte por departamentos, en consecuencia, se hace más compleja y cerrada la búsqueda de los productos.

Además, en la revisión del aumento de la oferta y demanda de los abonos orgánicos, en el país la mayor venta de productos de abono está relacionada con aquellos que son de producción sintética y químicos, ocupando el 80% de la producción total, frente al 20% de los abonos orgánicos, como lo menciona (Urrego, 2021).

Además, la producción de lombricompost es solo del 10% comparado con otras técnicas para producir abono orgánico “Colombia produce entre 900.000 y 950.000 toneladas de abonos

orgánicos, de los cuales el compost representa 90% del total, mientras que 10% restante es lombricompost, el cual resulta de la práctica de la lombricultura”. (Cardona, 2019)

Como también se evidencia que el país es mayor importador que exportador de fertilizantes e insumos agropecuarios, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. Datos poblacionales y de exportaciones e importaciones

DATOS	
Población (habs., 2023)	52.215.503
PIB per cápita (EUR, 2022)	6.324
Agricultura sobre el PIB (% del total 2022)	8,3 %
Superficie total (km ²)	1.138.910
Superficie de cultivo (% del total, 2022)	13,5 %
Superficie arable (% del total, 2021)	34 %
Producción de fertilizantes (MUSD*, 2021)	1.244
Exportaciones de fertilizantes (USD, 2021)	58.380.180
Importaciones de fertilizantes (USD, 2021)	1.086.702.325

Fuente: (De la Maya, 2023)

*Musd: Master USD es una moneda estable respaldada por dólares estadounidenses.

De acuerdo con De la Maya, (2023), Colombia importa más estos productos fertilizantes porque no produce insumos como el potasio, nitrógeno o fósforo, lo que deriva en que de los 2

millones de toneladas que necesita el país, sólo el 5 % sea producción local, según el Ministerio de Agricultura. Además de ser el tercer país consumidor de fertilizantes de la región después de Brasil y Argentina, por su enfoque agrícola. Estos fertilizantes provienen mayormente de Rusia, Estados Unidos y China.

Teniendo en cuenta lo anterior, la demanda de insumos de este tipo para la agricultura es alta, por ende, deben importarse para suplir la oferta actual, dependiendo así de otros países. En relación con las exportaciones a la vigencia 2021, Colombia “*exportó 58,4 MUSD de fertilizantes, convirtiéndolo en el 77.º exportador en todo el mundo. A su vez, en el mismo año, los fertilizantes fueron el 49.º producto más exportado por Colombia. Los principales destinos de las exportaciones de fertilizantes de Colombia son: Ecuador (14,1 MUSD), Brasil (9,62 MUSD), Perú (7,47 MUSD), Venezuela (6,94 MUSD), y Chile (5,32 MUSD). En cuanto a la clasificación por productos, los más exportados cada año (2017-2021) fueron fertilizantes minerales o químicos compuestos (TARIC 3105), que representaron en 2021 el 63 % de las exportaciones totales de fertilizantes*”. (De la Maya, 2023)

De acuerdo con lo anterior, Colombia importa y exporta en gran medida fertilizantes de origen químico. Por tal motivo, es necesario que el país sea mayor productor de manera más sostenible, que aporte ambientalmente a la agricultura y a las mejoras de suelos para que sean más fértiles, esto con el uso de abonos orgánicos que no requieran de otros insumos y que puedan generarse por el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, como es el caso de estudio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las siguientes fases:

9.2. Resultados del análisis de la factibilidad técnica.

9.2.1. Resultados de la encuesta.

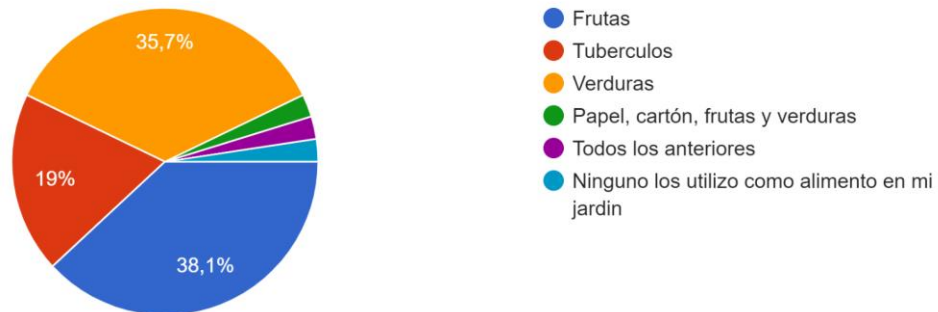
Se realizó una encuesta a los habitantes del conjunto residencial Terrazas de Castilla III, la cual consta de 10 preguntas, que buscan identificar los residuos orgánicos que más se generan, además de verificar la segregación de la fuente de estos, la gestión realizada y diagnosticar si están de acuerdo con la ejecución de técnicas como el vermicultivo/lombricultivo.

Seguidamente, se observan los resultados de la encuesta mencionada anteriormente:

Figura 6. Respuestas pregunta 1. Porcentajes de residuos que más se producen en el conjunto residencial Terrazas de Castilla III.

1. ¿Cuáles son los residuos sólidos orgánicos que más se producen en su hogar?

42 respuestas



Fuente: Autores

Figura 7. Respuestas pregunta 2. Porcentajes de la disposición de los residuos sólidos orgánicos generados en las viviendas del conjunto residencial Terrazas de Castilla III.

2. Los residuos orgánicos generados en su hogar, son dispuestos en:

42 respuestas



Fuente: Autores

Figura 8. Respuestas pregunta 3. Porcentajes de clasificación de los residuos sólidos orgánicos de acuerdo con el código de colores

3. Si los residuos sólidos orgánicos son arrojados en caneca de basura, ¿Realiza esta clasificación de acuerdo con el código de colores establecido?

42 respuestas

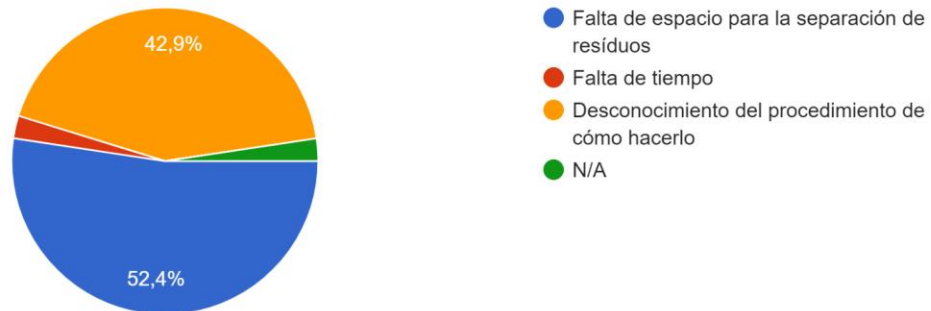


Fuente: Autores

Figura 9. Respuestas pregunta 4. Porcentajes de aspectos que dificultan la clasificación de los residuos sólidos orgánicos

4. ¿Cuáles aspectos cree que dificultan la clasificación de los residuos sólidos orgánicos?

42 respuestas

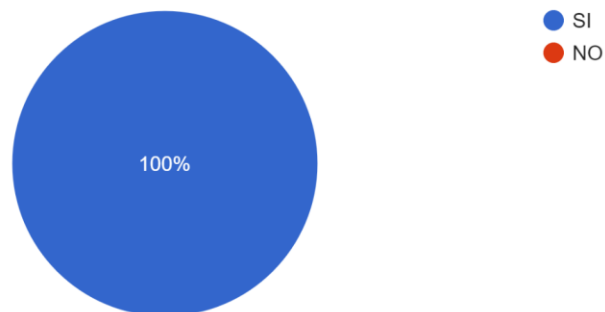


Fuente: Autores

Figura 10. Respuestas pregunta 5. Porcentajes de la disposición en realizar la clasificación de los residuos sólidos orgánicos de acuerdo con el código de colores

5. Si aún no realiza la clasificación de los residuos sólidos orgánicos en su hogar, ¿estaría dispuesto a implementar este proceso?

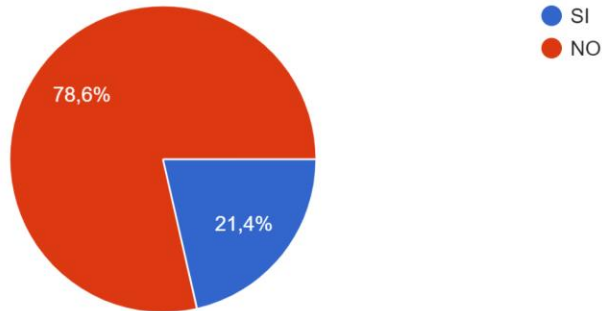
42 respuestas



Fuente: Autores

Figura 11. Respuestas pregunta 6. Porcentajes de habitantes que han recibido capacitación en el manejo de los residuos sólidos orgánicos

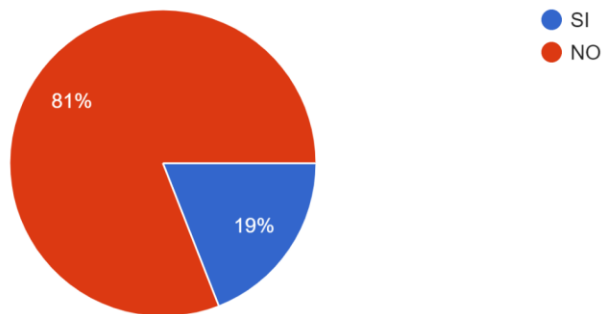
6. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en el manejo de los residuos sólidos orgánicos?
42 respuestas



Fuente: Autores

Figura 12. Respuestas pregunta 7. Porcentajes de habitantes que conocen cómo es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto

7. ¿Conoce como es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto?
42 respuestas

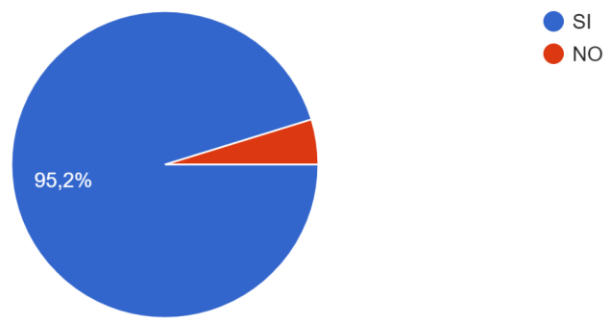


Fuente: Autores

Figura 13. Respuestas pregunta 8. Porcentajes de habitantes que consideran que los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial podrían aprovecharse

8. ¿Considera que los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial podrían aprovecharse, para disminuir su disposición final en relleno sanitario?

42 respuestas

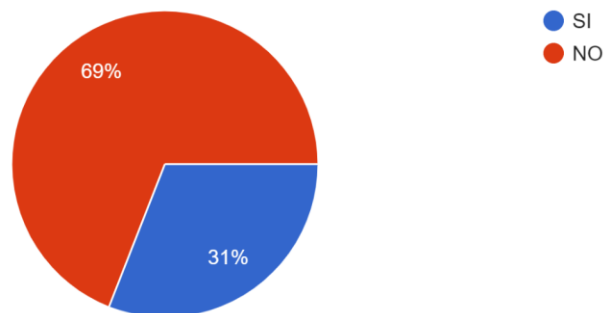


Fuente: Autores

Figura 14. Respuestas pregunta 9. Porcentajes de habitantes que conocen la técnica de vermicultura/lombricultura

9. ¿Conoce sobre la técnica de vermicultura/lombricultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos?

42 respuestas

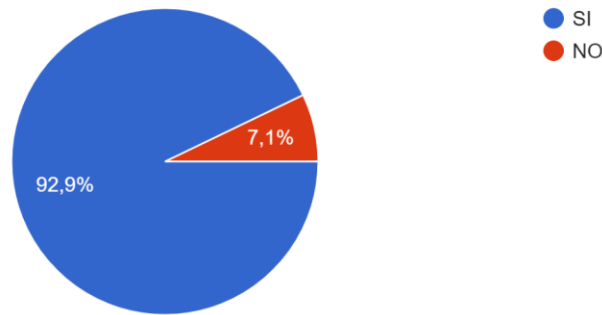


Fuente: Autores

Figura 15. Respuestas pregunta 10. Porcentajes de habitantes que están de acuerdo que en el conjunto residencial se llevara a cabo un proyecto de vermicultivo/lombricultivo

10. Si en el conjunto residencial se realizara un proyecto de vermicultivo/Lombricultivo, para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, ¿Estaría de acuerdo con esta iniciativa?

42 respuestas



Fuente: Autores

De los resultados obtenidos a partir de la encuesta realizada, se puede decir que:

- Los residuos sólidos orgánicos que más se generan son los restos de frutas con un 38,1%, seguido de verduras con 35,7% y tubérculos con 19%, estos son dispuestos, generalmente, en canecas de basura (92,9%), que en un 50%, obedece con el código de colores correspondiente, un 31% no cuenta con caneca de acuerdo con el código colores para residuos orgánicos, o en su defecto no lo realiza de esta manera (7,1%), o no conoce la clasificación según el código de colores (7,1%).
- El aspecto que más dificulta la clasificación de los residuos sólidos orgánicos es la falta de espacio para la separación de residuos con un (52,4%), seguido del desconocimiento del procedimiento de cómo hacerlo (75%), sin embargo, el 100% está dispuesto a implementar esta clasificación.

- El 78,6% de la población no ha recibido capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos. La gran mayoría (81%) tampoco conoce la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto, solo el 19% si la conoce.
- El 95,2% de los encuestados considera que los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial podrían aprovecharse.
- El 69% de la comunidad del conjunto residencial, no conoce la técnica de vermicultura/lombricultura. mientras que el (31%) si la conoce, sin embargo, el 92,9% de los encuestados está de acuerdo que en el conjunto residencial se llevará a cabo un proyecto de vermicultivo/lombricultivo

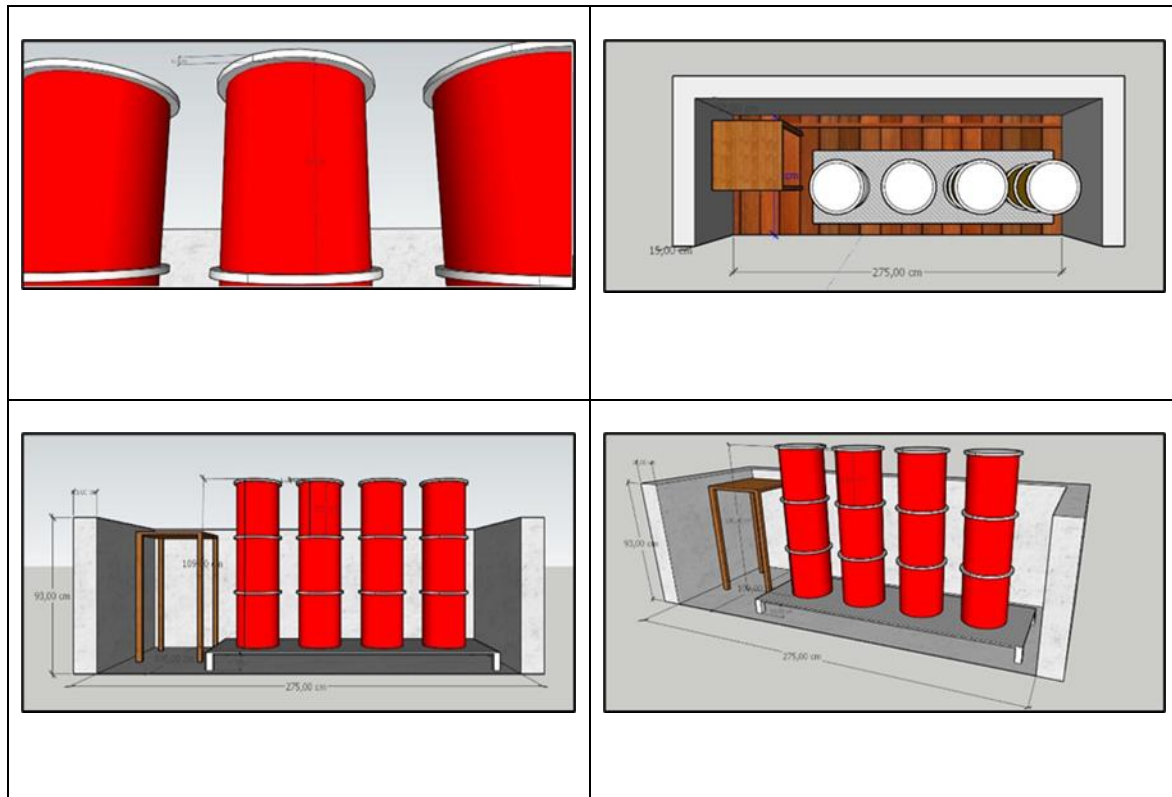
9.2.2. Resultados del montaje de las camas

Después de ejecutada la encuesta, de acuerdo con los residuos orgánicos que más se generan en el conjunto Terrazas de Castilla III, se procede a realizar el diagnóstico del almacenamiento de estos residuos, separar los residuos de acuerdo con su composición (frutas, tubérculos, verduras) solicitando a una muestra poblacional del conjunto residencial Terrazas de Castilla III, que separen en la fuente los residuos orgánicos aprovechables en una bolsa rotulada, de acuerdo con el código de colores establecido en la Resolución No. 2184 del 2019, permitiendo así que este material no se mezcle con otro tipo de residuos.

Una vez obtenidos los residuos y establecido el tipo de lombriz a utilizar, se procedió a la construcción de 4 camas o lecho de lombrices, para tres tipos de residuos (frutas, tubérculos, verduras y una combinación de estos) y se identificó el área de picado (para mayor rapidez en la descomposición).

A continuación, se presenta el plano del montaje del vermicultivo/lombricultivo casero:

Figura 16. Plano del montaje del vermicultivo casero



Fuente: Autores

Como también se presenta el proceso de construcción del vermicultivo/lombricultivo casero y la inoculación de las lombrices (ver de la Figura 17 a la Figura 39):



Figura 17. Tapas de los baldes

Tapas de los baldes



Figura 18. Orificios en la base de los baldes

Se realizan orificios a los baldes para que las lombrices puedan desplazarse.



Figura 19. Tapas de los baldes cortadas

Las tapas deben cortarse con el fin de que las lombrices puedan pasar por los orificios, además de servir de soporte para colocar un balde sobre el otro.



Figura 20. Ubicación de baldes para vermicultivo

Luego de cortar las tapas, se inicia el proceso de colocar en posición vertical los baldes. El primer balde no tiene orificios puesto que, este servirá para retener los lixiviados que se producen del proceso de descomposición de los residuos orgánicos.



Figura 21. Malla en la base de los baldes

Se coloca malla al segundo balde para que las lombrices no se desplacen donde se encuentran los lixiviados



Figura 22. Montaje de las 4 camas

Se realiza el montaje de las cuatro camas que servirán para descomponer los residuos orgánicos (verduras, frutas, tubérculos, y la combinación de estos)



Figura 23. Trituración de residuos sólidos orgánicos

Se realiza el triturado de los residuos orgánicos pre compostados



Figura 24. Residuos de tubérculos triturados

Se realiza el triturado de los residuos orgánicos pre compostados



Figura 25. Residuos sólidos orgánicos triturados

residuos orgánicos triturados: tubérculos (papa), fruta (plátano y mango), verdura (zanahoria), para el posterior pesaje y descomposición en el vermicultivo



Figura 26. Pesaje de la cantidad total de lombrices

Se distribuyeron 463 gramos de lombrices rojas californianas, entre las 4 camas.



Figura 27. Pesaje de lombrices para cada una de las camas

Para cada cama corresponden 116 gramos de lombrices.



Figura 28. Inoculación de lombrices en la cama de frutas

Inoculación de lombrices en la cama con residuos de frutas.



Figura 29. Inoculación de lombrices en la cama de verduras

Inoculación de lombrices en la cama con residuos de verduras.



Figura 30. Inoculación de lombrices en la cama de tubérculos

Inoculación de lombrices en la cama con residuos de tubérculos.



Figura 31. Inoculación de lombrices en la cama de mix

Inoculación de lombrices en la cama con residuos de frutas, verduras y tubérculos (mix).



Figura 32. Pesaje de residuos para la cama de frutas

Se pesan 116 gramos de residuos orgánicos de restos de frutas.



Figura 33. Adición de residuos en la cama de frutas

Se agregan 116 gramos de residuos orgánicos de restos de frutas a la cama correspondiente.



Figura 34. Pesaje de residuos para la cama de verduras

Se pesan 2 veces 58 gramos de residuos orgánicos de restos de verduras.



Figura 35. Adición de residuos en la cama de verduras

Se agregan 116 gramos de residuos orgánicos de restos de verduras a la cama correspondiente.



Figura 36. Pesaje de residuos para la cama de mix

Se pesan 38 gramos de verduras, tubérculos y frutas.



Figura 37. Adición de residuos en la cama de mix

Se agregan 116 gramos de residuos orgánicos compuestos por restos de verduras, frutas y tubérculos a la cama correspondiente.



Figura 38. Pesaje de residuos para la cama de tubérculos

Se pesan 116 gramos de residuos orgánicos de restos de tubérculos.



Figura 39. Adición de residuos en la cama de tubérculos

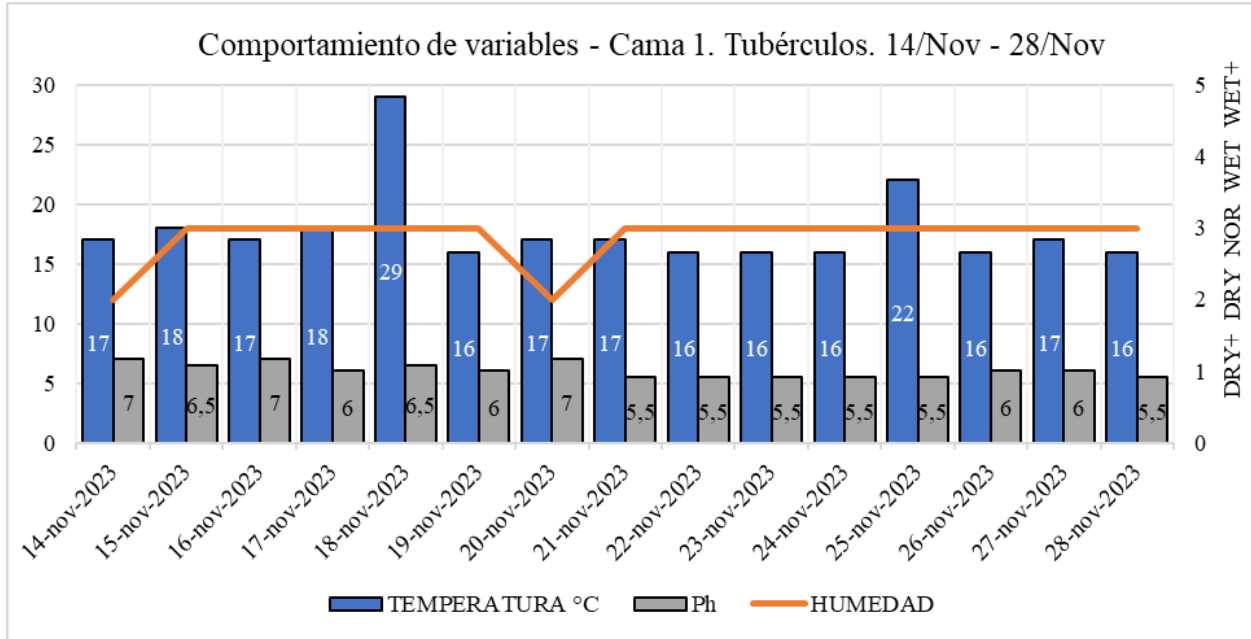
Se agregan 116 gramos de residuos orgánicos de restos de tubérculos a la cama correspondiente.

Fuente: Autores

Los residuos orgánicos recolectados de restos de frutas corresponden únicamente a cáscaras de plátano, para el caso de los restos de verduras se recolectó solo cáscaras de zanahoria y para el caso de tubérculos solamente cáscaras de papa.

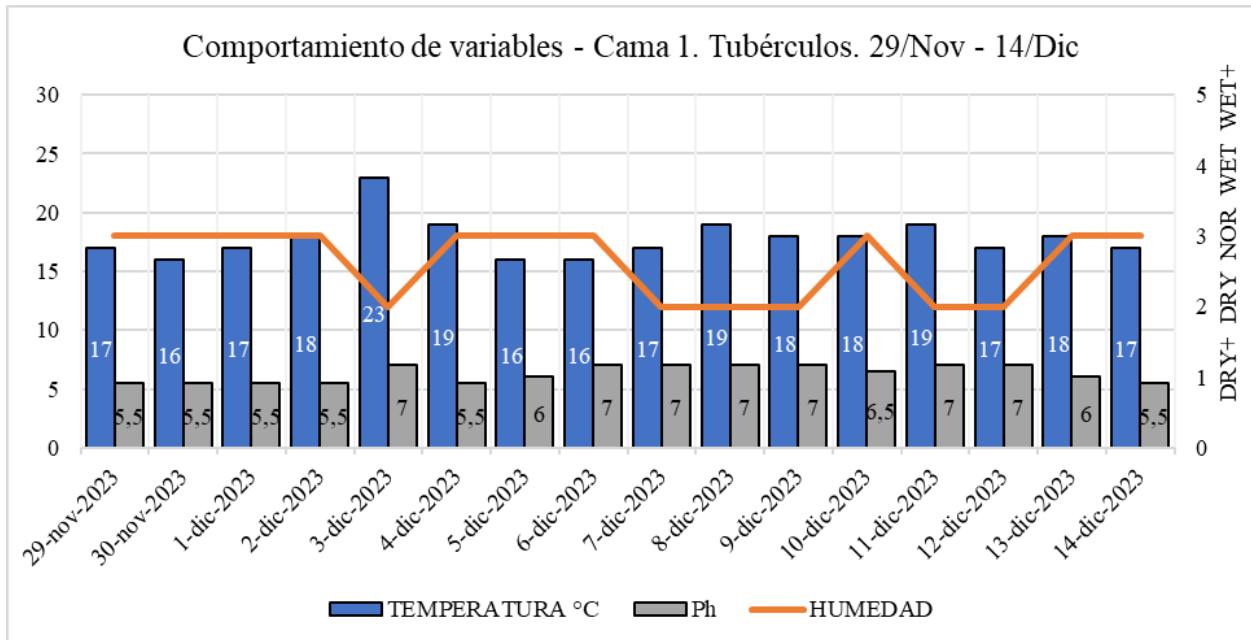
Después de inoculadas con lombrices las cuatro camas, se tomó registro diario de la temperatura, humedad y pH, como parte del seguimiento para que se mantengan las condiciones óptimas en el lombricultivo. A continuación, se muestra el comportamiento diario de las variables mencionadas anteriormente.

Gráfica 2. Comportamiento de variables. Cama 1 - Tubérculos (14/Nov - 28/Nov)



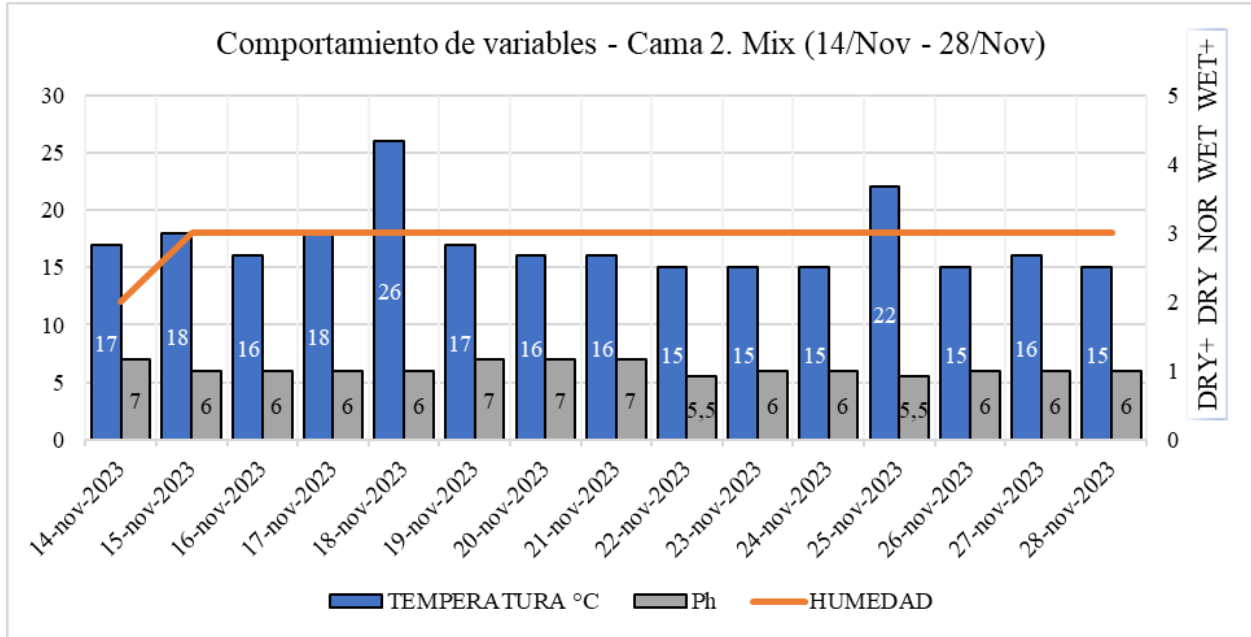
Fuente: Autores

Gráfica 3. Comportamiento de variables. Cama 1 - Tubérculos (29/Nov - 14/Dic)



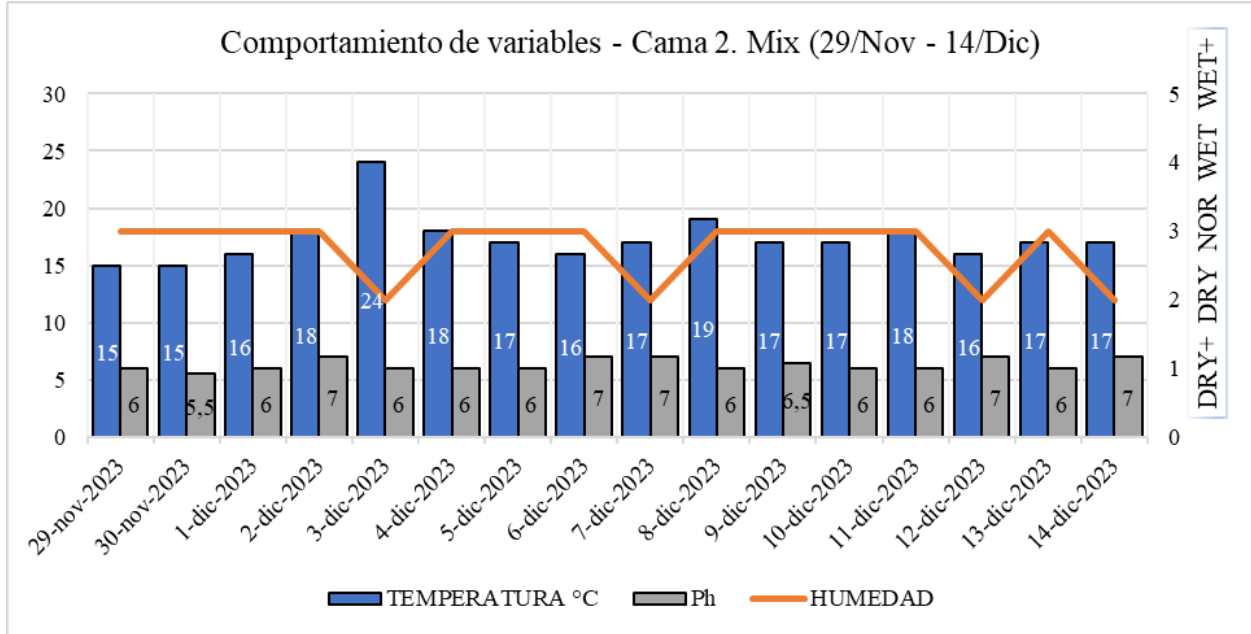
Fuente: Autores

Gráfica 4. Comportamiento de variables. Cama 2 - Mix (14/Nov - 28/Nov)



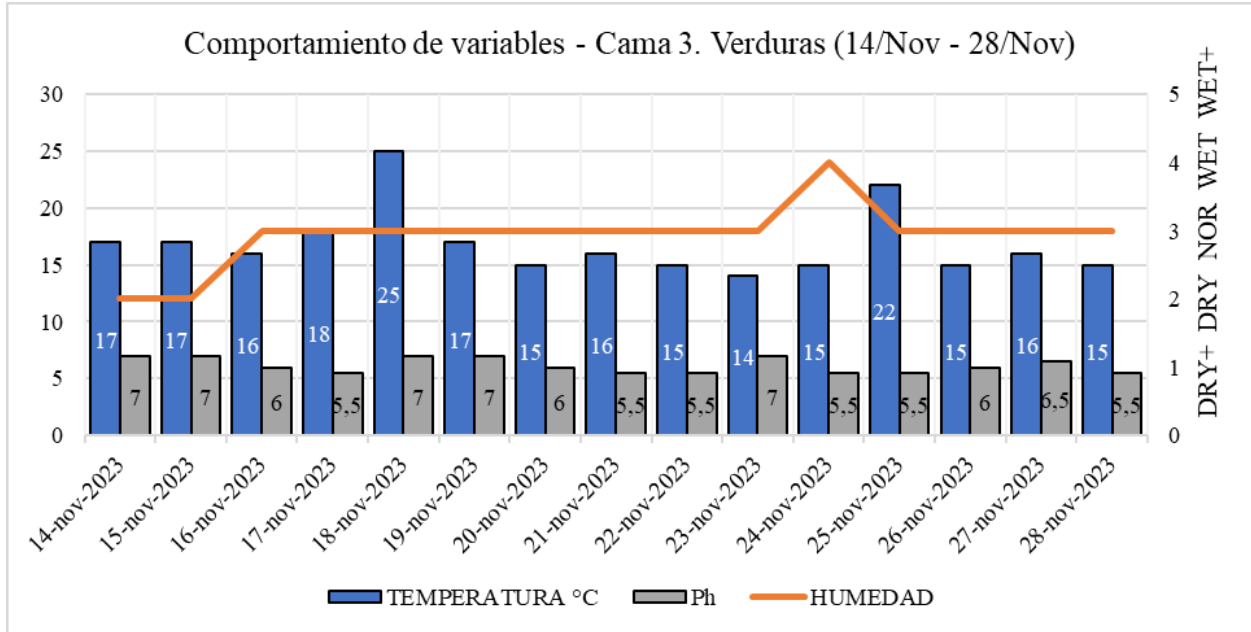
Fuente: Autores

Gráfica 5. Comportamiento de variables. Cama 2 - Mix (29/Nov - 14/Dic)



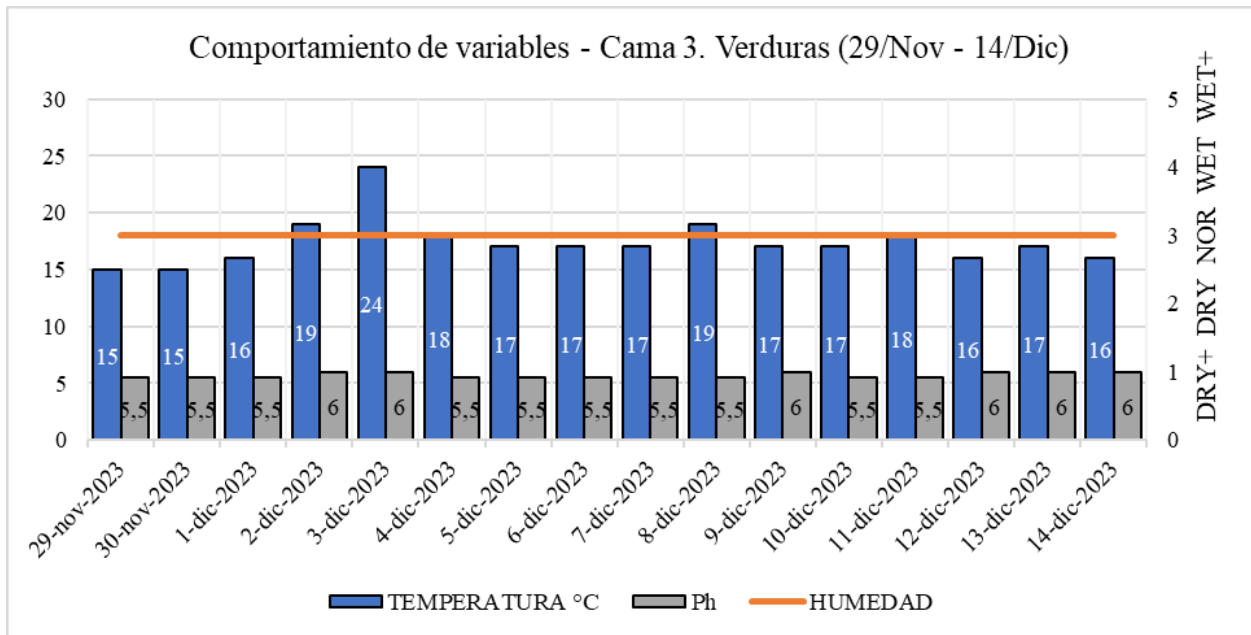
Fuente: Autores

Gráfica 6. Comportamiento de variables. Cama 3 - Verduras (14/Nov - 28/Nov)



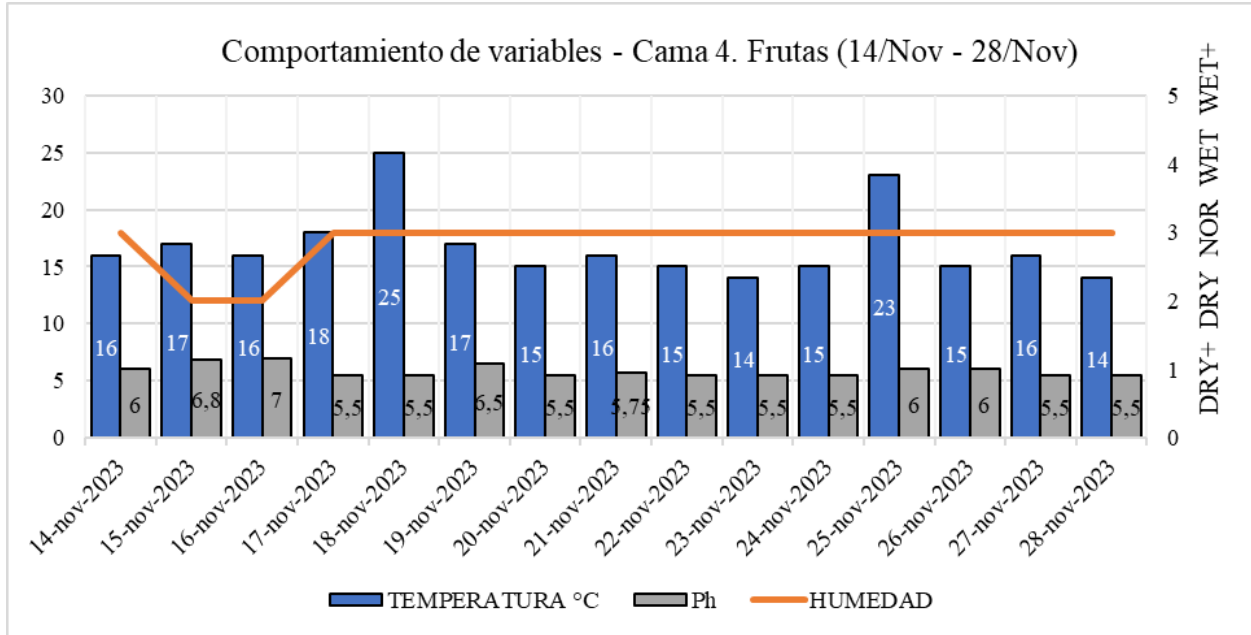
Fuente: Autores

Gráfica 7. Comportamiento de variables. Cama 3 - Verduras (29/Nov - 14/Dic)



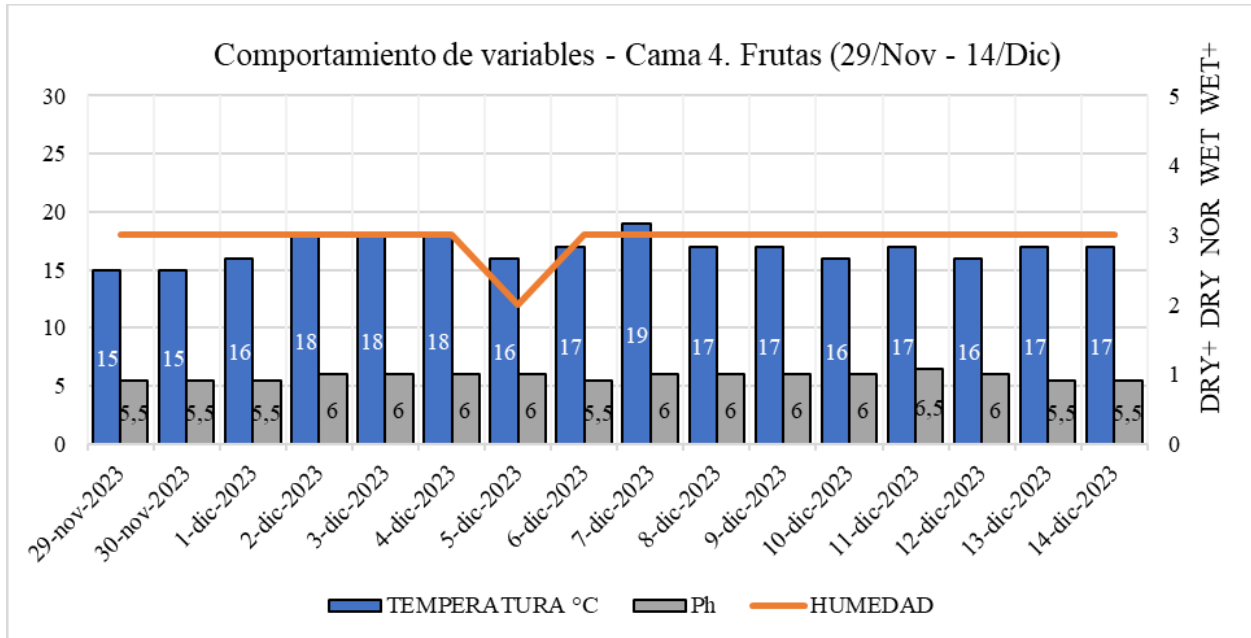
Fuente: Autores

Gráfica 8. Comportamiento de variables. Cama 4 - Frutas (14/Nov - 28/Nov)



Fuente: Autores

Gráfica 9. Comportamiento de variables. Cama 4 - Frutas (29/Nov - 14/Dic)



Fuente: Autores

Desde el día 15 de noviembre no se observan lombrices en la superficie de la cama de tubérculos, como se observa por ejemplo en mix, esto supone, que no se están alimentando de los residuos orgánicos (cáscara de papa) suministrados. Hasta el día 2 de diciembre se presentó el mismo comportamiento. El día 18 de noviembre, se efectuó la medición de variables en horas de la tarde en día soleado, y se evidenció que la cama de tubérculos tenía una temperatura más elevada (29°C) con respecto a las demás (26°C y 25°C). No hubo una degradación eficiente por parte de las lombrices en la cama de tubérculos posiblemente, debido a que:

- Fue la cama que estuvo más expuesta a la luz del sol, como se evidenció en las mediciones del día 18 de noviembre.
- Los residuos orgánicos suministrados no estaban en las condiciones adecuadas para que las consumieran las lombrices.

A causa del mal estado de la cama de tubérculos, se decide volver a montar la cama el 3 de diciembre volviendo a realizar el proceso que se había llevado a cabo inicialmente. Ese mismo día se cambian de posición todas las camas hacia un sitio donde reciben menos luz solar y se cubren con aislante térmico para mantener una temperatura óptima y evitar que ingrese agua lluvia a las camas. Transcurridos varios días, se observan mejores condiciones en la cama de tubérculos.

Para el 2 de diciembre la cama de verduras presentaba mal olor en el sustrato, por lo que al día siguiente se procedió a volver a montar la cama repitiendo el procedimiento realizado inicialmente. Durante los siguientes días se siguió presentando mal olor, sin embargo, no provenía del sustrato, al parecer quedó impregnado en el balde, aun así, fue disminuyendo con el paso del tiempo.

En algunas ocasiones se encontraban las lombrices por las paredes de los baldes y en los bordes de las tapas, en este caso se puede relacionar con el exceso de humedad, puesto que, el aislante de calor que cubría las camas en la parte superior no estaba acomodado de tal manera que el agua lluvia no llegara al sustrato de las camas, por lo tanto, las lombrices buscaban escapar.

Durante la prueba piloto, en todas las camas la humedad se mantuvo entre “Dry” y “Nor” (seco y normal), solo se registró un dato “Wet” (húmedo) en la cama de verduras el día 23 de noviembre. En todas las camas, los valores de pH oscilaron entre 5,5 y 7,0 y los de temperatura, en horarios nocturnos, entre 14°C y 19°C.

9.3. Resultados análisis de factibilidad económica

Se realiza una estimación de los costos de inversión del piloto de descomposición, como se presenta a continuación:

Tabla 5. Materiales e insumos

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
Canecas de 20 litros con tapa.	12 unidades	\$ 1,85	\$ 22,24
Bascula digital	1	\$ 24,07	\$ 24,07
Higrómetro Medidor pH Suelo 4 En 1 Humedad Temperatura Y Luz	1	\$ 19,25	\$19,25
Lombrices rojas californiana	463 gramos	\$ 1,20	\$ 1,20
Tijeras	1	\$ 2,41	\$ 2,41
Malla	1 metros	\$ 1,08	\$ 1,08
Triturador manual	1	\$ 12,03	\$ 12,03
Análisis de humus de lombriz	500 gramos	\$ 46,49	\$ 46,49

Fuente: Autores

Tabla 6. Mano de obra

PERSONAS A CARGO	HORAS DE TRABAJO DIARIAS	HORAS DE TRABAJO MENSUALES	VALOR POR HORA (USD)	VALOR TOTAL MES (USD)
1	1	30	\$ 1,68	\$ 50,54

Fuente: Autores

Tasa representativa del mercado (TRM -Peso por dólar) (26/10/2023): \$ 4154,94 (Cop)

De acuerdo con el costo de la inversión total de \$191,83 (USD), se determina la factibilidad económica del proyecto, se tomaron los resultados del piloto de descomposición de los residuos orgánicos. Teniendo en cuenta que, el abono orgánico generado no se encuentra combinado con sustrato y por lo tanto su valor en el mercado por kilogramo producido puede ser mayor al promedio nacional, por tal motivo, se determinó un valor de venta de \$3,61 (USD).

De acuerdo con lo anterior, se realiza el cálculo de indicadores financieros como el valor neto actual (VNA), valor de precio neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI). Para lo cual se establece un flujo de \$129,97 USD por la venta de 3 kilogramos de abono orgánico por mes, de acuerdo con los resultados de la prueba piloto. Sin embargo, se aclara que, las lombrices se van reproduciendo y la generación de humus puede incrementarse, lo que hace que el flujo pueda cambiar en la ejecución del proyecto.

Además, el costo total de la inversión del proyecto es de \$191,83 USD y se considera una tasa del 10% anual. Por tal motivo, se realiza un flujo de fondo, desde la fecha 0 que es el inicio de la inversión del proyecto, hasta el quinto año de ejecución, además del saldo actualizado con el 10% de la respectiva tasa y el acumulado para verificar en qué año se recupera la inversión, como se presenta a continuación:

Tabla 7. Análisis de factibilidad financiera

	0	1	2	3	4	5
Flujo de fondo	\$-191,83 USD	\$ 129,97 USD	\$ 129,97 USD	\$ 129,97 USD	\$ 129,97 USD	\$ 129,97 USD
Saldo Actualizado 10%	\$-191,83 USD	\$118,15 USD	\$107,41 USD	\$97,65 USD	\$88,77 USD	\$80,70 USD
Saldo actualizado acumulado	\$-191,83 USD	\$-73,68 USD	\$33,73 USD	\$131,38 USD	\$220,14 USD	\$300,84 USD

Tabla 8. Análisis de indicadores financieros

TASA	10,00%
VNA	492,67
VPN/VAN	\$300,84
TIR	62%
PRI	1,69

Finalmente, se determina que el valor neto actual es igual al saldo actualizado y la suma de los flujos futuros actualizados. Además, este proyecto recupera la inversión inicial para una tasa del 10% y tiene un excedente de \$300,84 USD, agregando valor, como también, la tasa interna de retorno de los recursos es mayor (62%), que la tasa que se está solicitando al proyecto del 10%. Por último, el periodo de retorno de la inversión es de 1,69 años, recuperando la inversión de acuerdo con el piloto realizado.

9.4. Resultados análisis fisicoquímicos para el abono producido en el vermicultivo

De acuerdo con el abono orgánico producido de las 4 camas o lecho de lombrices, para los tipos de residuos (frutas, tubérculos, verduras y una combinación de estos), se tomó una muestra compuesta de 500 gramos de estas camas, para realizar un análisis fisicoquímico, con el fin de verificar el cumplimiento de los parámetros nitrógeno total, fósforo total, potasio total, humedad, pH y carbono orgánico, según lo establecido en la normatividad colombiana, como es la NTC

5167 de 2022, en la cual establece los requisitos que deben cumplir los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes.

A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado a la muestra de abono orgánico:

Tabla 9. Análisis fisicoquímico del abono producido

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO LABORATORIO	NTC 5167
Nitrógeno (N total)	%	0,300	Mínimo 1
Nitrógeno Orgánico	%	0,300	-----
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	%	0,266	Mínimo 1
Potasio Total (K ₂ O)	%	0,421	Mínimo 1
Humedad	%	56,8	Máximo 20
pH en pasta de saturación	Unidades de pH	8,00	Mínimo 4 Máximo 9
Carbono Orgánico Oxidable Total (COO _x)	%	5,37	Mínimo 15
Relación Carbono/Nitrógeno C/N	Adimensional	18	Máximo 25

Teniendo en cuenta la Tabla 9 se puede identificar que la muestra no cumple con los porcentajes establecidos en la norma NTC 5167, puesto que, para nitrógeno total, fósforo total, potasio total se encuentra por debajo del 1%, para carbono orgánico se encuentra por debajo del 15% y para humedad se evidencia que está por encima del 20% que es el límite superior.

Se determina que una de las razones por las cuales los valores no estuvieron acordes a la normatividad, se debe a que no se le realizó remoción del contenido de humedad a la muestra,

mediante el respectivo secado. Tampoco se realizó tamizaje del abono para reducción del tamaño de la partícula a 0,5 cm como lo indica la norma NTC 5167, ya que *“Después de su cosecha el compost debe extenderse sobre un plástico y dejarse allí hasta que la humedad disminuya hasta el 30%, posteriormente debe pasarse a través de una malla o tamiz, esto con el fin de retirar partículas extrañas y materiales que no alcanzaron a ser degradados* (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría Distrital de Hábitat, 2014). Además del tiempo requerido para obtener un compost maduro que es entre un rango de 1 a 6 meses, y la muestra analizada fue de tan solo un mes.

10. Conclusiones

Promover la correcta separación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos en conjuntos residenciales, es fundamental para su total aprovechamiento en vermicultura/lombricultura.

El piloto de descomposición de los residuos orgánicos permite tomar decisiones en relación con la viabilidad técnica y económica para un proyecto a gran escala de vermicultivo/lombricultivo.

La vermicultura como técnica para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos es sostenible en el tiempo y con la generación de abono orgánico, se aporta a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Es esencial garantizar las óptimas condiciones físicas y químicas en los vermicultivos/lombricultivos para que se realice una degradación más eficiente de los residuos orgánicos, para la generación de abono.

De acuerdo con la muestra de abono orgánico, se puede considerar que no es apta en cuanto propiedades fisicoquímicas, debido a que, no se dejó el tiempo suficiente para la generación de un abono maduro, además de no realizar remoción de humedad y tamizaje antes del análisis de laboratorio.

Los abonos orgánicos generados en el mercado nacional son mínimos comparados con fertilizantes químicos, además, que en su mayoría son productos importados. Con lo anterior se evidencia la necesidad de producción local de abonos amigables con el medio ambiente, que aporten a la fertilidad de los suelos y que incentiven la generación de empleos.

11. Recomendaciones

Los vermicultivos, en la medida de lo posible, deben estar bajo techo, puesto que, estar en contacto directo con las condiciones ambientales, puede generar situaciones adversas en el vermicultivo/lombricultivo, adicionalmente, es más complejo mantener las condiciones apropiadas.

El sustrato debe estar protegido un 100% de cualquier fuente de luz, debido a que las lombrices son sensibles al contacto con ésta.

El alimento que se le proporciona al lombricultivo, debe estar en las condiciones necesarias para que lo puedan consumir las lombrices, es decir debe estar pre compostado y en la medida de lo posible, triturado.

La generación de abono en el vermicultivo debe de ser aproximadamente un rango de 1 a 6 meses para producir un humus maduro, de lo contrario, puede ocurrir que todos los nutrientes apenas se están metabolizando y no hay elementos disponibles para aportar como fertilizante, este es indicio de un porcentaje de carbono orgánico oxidable muy bajo (Rubio, 2023), adicionalmente, después de su generación realizar la respectiva remoción de humedad y tamizaje del mismo.

Para la ejecución de un proyecto a gran escala de vermicultivo/lombricultivo, se debe tener en cuenta la factibilidad económica, para tomar decisiones sobre la cantidad de producto generado, los precios de venta y el retorno de la inversión.

Hay que tener en cuenta los nutrientes que le pueden aportar los residuos orgánicos al humus, ya que, según Bohórquez et al., (2014), dependiendo de la materia orgánica a partir de la cual se genere el compostaje, variarán los porcentajes de micro y macronutrientes por ello si se quieren obtener mejores resultados en el compost maduro, debe tenerse en cuenta qué se está

compostando así mismo involucrar en el mismo, residuos que aporten estos nutrientes. (Rubio, 2023)

Según Mamani (2016) en tiempo de producción de humus se observan que existe diferencia entre los tratamientos, en que el T0 (Testigo tierra agrícola) donde tardo mayor tiempo con 161 días, para obtener 963 lombrices y en el T1 (estiércol ovino) tardo menos tiempo con 130 días para obtener 6912 lombrices seguidas del tratamiento T2 (estiércol vacuno) con 142 días, para obtener 5.961 lombrices y por último el T3 (estiércol cuyes) con 152 días, para obtener 5374. Concluyendo que sin aplicación de abonos tarda más en reproducirse.

12. Referencias bibliográficas

- Alba, L. (2020). *Propuesta de aprovechamiento integral de los residuos orgánicos provenientes del conjunto residencial la colina*. Fundación Universitaria de América. Bogotá. Colombia.
- Alcaldía De Santiago De Cali Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos Municipales – UAESPM. (2019). *Manual Para La Implementación Del Sistema De Gestión Integral De Residuos Sólidos En El Sector Residencial* <https://www.cali.gov.co/serviciospublicos/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=35598>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría Distrital de Hábitat, (2014). *Guía Técnica Para El Aprovechamiento De Residuos Orgánicos A Través De Metodologías De Compostaje Y Lombricultura*. https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Alonso, J. (2018). *Cómo hacer compost: Guía para amantes de la jardinería y el medio ambiente*. Bogotá. Colombia. Ediciones Nobel, S.A.
- Alvarado, L., Díaz, E., (2019). *Diseño de un Lombricultivo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad tecnológica*. [Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero de Producción]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15563/DiazGarciaErikaJohana2019.pdf;jsessionid=3BEFC2E1E9633B1A77312176097109F3?sequence=1>

Arrigoni, J. 2016. *Optimización del Proceso de Compostaje de Pequeña Escala*. [Tesis Para optar al Grado Académico de Doctor en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba].

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4634/Arrigoni,%20J.P.%20Optimizaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20compostaje%20de%20peque%C3%B1a%20escala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ballina, F. (s.f.) Paradigmas y perspectivas teórico- metodológicas en el estudio de la administración. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/paradigmas2004-2.pdf>

Baquero, V. (2019). *Aprovechamiento de residuos orgánicos residenciales para la generación de abono en Bogotá*. Universidad de América. Bogotá. Colombia.

Borda, H., Melo, A., Murcia, J., Santana, L. (2022). *Estrategia Para La Separación De Residuos Sólidos En Conjuntos Residenciales Localizados En El Barrio “Granada Norte”*. [Especialización en gerencia de proyectos, Universidad EAN]. <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11977/BordaHenry2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Camelo, M., Clavijo, A., Soto, M., Villarreal, A. (2023). *Recomendaciones de manejo de residuos orgánicos Equipo modular de lombricompostaje*. (1° ed.) Agrosavia. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/327/339/1903-1?inline=1>

Cárdenas, A., & Juyó, L. (2022). *Diseño de un plan piloto para la separación de residuos sólidos domiciliarios en dos conjuntos residenciales, en el municipio de Madrid.*

Fundación Universitaria Los Libertadores

Cardona, A. (2019, 13 de febrero). El lombricompost representa solo 10% del abono orgánico que se genera en Colombia. Agronegocios.

<https://www.agronegocios.co/agricultura/el-lombricompost-representa-solo-10-del-abono-organico-que-se-genera-en-colombia-2826079>

De la Maya, I. (2023). Productos fertilizantes en Colombia. ICEX España Exportación e Inversiones. 1-8.

https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/020/documentos/2023/09/anexos/FS_Productos%20fertilizantes%20en%20Colombia%202023_REV.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2023, septiembre). Componente insumos. <https://www.dane.gov.co/index.php/comunicados-y-boletines/agropecuario/insumos>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2023, septiembre). Componente insumos Históricos. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1/componente-insumos-historicos>

Departamento Nacional de Planeación, (2023, octubre). Balanza Comercial Relativa anual (1974 - 2020) por sectores económicos. <https://2022.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/comercio-exterior-e-inversion-extranjera/Paginas/estadisticas.aspx>

Enciso B. (2019). *Servicio para el aprovechamiento de residuos en conjuntos residenciales de la localidad de Engativá, Bogotá D.C.* Universidad del Rosario.

Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación.* Mc Graw Hill.

Garcés, V. (2022). *Propuesta De Aprovechamiento De Biorresiduos Generados En Conjuntos Residenciales Del Barrio Bochalema, En El Marco Campus Sostenible De La Universidad Autónoma De Occidente.* Universidad Autónoma De Occidente.

Gordillo J, Mosquera, J., Zambrano, N., (2023). *Mecanismo para la Implementación de un SGIRS en la Mitigación de los Impactos Ambientales Relleno Sanitario Doña Juana Bogotá D.C. Año 2023 aplicando SIG.*
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/56465/jlgordilloch.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guanche, A. 2015. *Las Lombrices y la agricultura.*
https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_562_lombrices%20y%20la%20agricultura2.pdf

Guerra, D. (2020), *Diseño e implementación de un proyecto de lombricultura para la obtención de humus a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el Asilo San José – Tunja (Boyacá).* [Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental]. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38719/dcguerrap.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. [ICONTEC]. (2022). Norma técnica NTC colombiana 5167 productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo. icontec.

La Finca de Hoy. (21 diciembre 2018). Tipos de Lombrices que sirven para la lombricultura. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=4XkI5WV-Pos>

Lombritec. (2020). Diferentes Tipos De Lombriz De Tierra y Su Comportamiento. [Imagen]. <https://lombritec.com/especies-lombriz-de-tierra/>

López, C. 2020. Tipos de reciclaje y separación en la fuente, como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario Doña Juana en la ciudad de Bogotá. [Especialización en gestión de proyectos, Universidad nacional abierta y a distancia Unad]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37256/calopezse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mamani, W. (2016). Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con alimentación de estiercoles de animales en el vivero forestal de la prelatura de Corocoro en Patacamaya provincia Aroma La Paz. [Tesis para optar el título Técnico Superior En Agropecuaria]. Universidad Mayor De San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9303/TS-2290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manchego, L. 2022. *Evaluación del Tiempo de Compostaje de Dos Sustratos en la Dinámica Poblacional de la Lombriz Roja (Eisenia fétida)*. [Tesis para optar el título profesional de

ingeniero zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina]

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5566/manchego-jimenez-luis-alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Melo, A. 2019. Problemática Ambiental por mal manejo de residuos sólidos domésticos en el Municipio de Galapa. <https://www.aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/07/463-Colombia-oral.pdf>

MinAmbiente, 27 de diciembre de 2019. *Gobierno unifica el código de colores para la separación de residuos en la fuente a nivel nacional*. Archivo Minambiente. [https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4595-gobierno-unifica-el-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos-en-la-fuente-a-nivel-nacional#:~:text=Los%20colores%20para%20la%20presentaci%C3%B3n,negro%20\(residuos%20no%20aprovechables\)](https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4595-gobierno-unifica-el-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos-en-la-fuente-a-nivel-nacional#:~:text=Los%20colores%20para%20la%20presentaci%C3%B3n,negro%20(residuos%20no%20aprovechables))

Mona, D., Díaz, F. (2019) *Producción de abono a partir del uso de diferentes dietas de procedencia orgánica para proceso de vermicompostaje y compostaje, en la universidad autónoma de occidente , Cali - Valle del Cauca*. [Proyecto de grado para optar al título de Administrador Ambiental]. Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11294/T08674.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Moreno C, Garnica J. 2017. Doña Juana Un Vecino Incómodo. <https://repository.urosario.edu.co/sitios/14212/>

- Ramirez, M. (2017). *Análisis de Factibilidad de Producción de Abono Orgánico por Medio de la Lombricultura*. [Trabajo de título, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21822/1/TT%20RAMIREZ%20C%20M%20R.pdf>
- Rivera, P., Yate, A. 2017. *Producción de Bioabono, mediante el uso de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida)*. [Título profesional, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD] <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13443/53008693.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=La%20Lombricultura%20consiste%20en%20el,como%20abono%20para%20cultivos%20agr%C3%ADcolas>
- Rubio, J. (2023). *Evaluación de la estabilidad del compost de residuos agrícolas producido por el centro de biosistemas de la universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/33846/RubioJuanita-Proyecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rubio, L. (2023). *Caracterización físico-química y comparación de abonos orgánicos producidos a partir de estiércol por medio de lombricultura en Concá, Arroyo Seco, Querétaro*. [Tesis para obtener el grado de Licenciada en Producción Agropecuaria Sustentable, Universidad Autónoma de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/8205/1/RI007357.pdf>
- Santander. (2020). *Una solución para los residuos orgánicos de tu empresa*. <https://www.santander.com.ar/banco/online/pymes-advance/formacion->

empresarial/pildoras-de-conocimiento/rse-y-sustentabilidad/una-solucion-para-los-residuos-organicos-de-tu-empres

Toro, S. (2021). *Cyclus: Lombricultura urbana para la gestión de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Bogotá D.C.*

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/27911/Cyclus%20-%20Lombricultura%20urbana%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20org%C3%A1nicos%20en%20la%20ciudad%20de%20Bogot%C3%A1%20D.C.-%20Sebastian%20Toro%20Zuluaga.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Urrego, A. (2021, 21 de abril). Abonos orgánicos representan 20% de la producción de fertilizantes a nivel nacional. Agronegocios.

<https://www.agronegocios.co/agricultura/abonos-organicos-representan-20-de-la-produccion-de-fertilizantes-a-nivel-nacional-3154970>

ANEXOS

ANEXO 1 ENCUESTA

ENCUESTA SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL TERRAZAS DE CASTILLA III

Mediante el siguiente formulario se espera conocer sobre la segregación (separación) en la fuente de los residuos sólidos orgánicos generados por los habitantes del conjunto residencial Terrazas de Castilla III en la localidad de Kennedy, en la ciudad de Bogotá Distrito Capital.

Para la encuesta se presenta la siguiente información como base:

Residuos sólidos orgánicos: Se definen según la norma técnica Colombiana GTC 53-7:2000 en, "materiales sólidos o semisólidos de origen animal, humano o vegetal que se abandonan, botan, desechan, descartan y rechazan, y son susceptibles de biodegradación, incluyendo aquellos considerados como subproductos orgánicos, provenientes de los procesos industriales".

Entre estos se encuentran: Residuos de cocina crudos. Restos de comida cocinados (lavazas) solamente grandes generadores. Restos de cosecha Desyerbes Forestales, podas Hojarasca Corte de césped Cáscaras de frutas y tubérculos. Restos de verduras en

general. Vainas de granos. Cáscaras de huevo. Cuncho de café Estiércoles Camas y lechos de cría de animales Aserrín y viruta de madera Papel y cartón libre de tintas Cenizas

dianap.riverosm@ecci.edu.co [Cambiar de cuenta](#)



No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. ¿Cuáles son los residuos sólidos orgánicos que más se producen en su hogar? *

- Frutas
- Tuberculos
- Verduras
- Otro:

2. Los residuos orgánicos generados en su hogar, son dispuestos en: *

- Caneca de basura
- Son suministrados a alguna mascota y/o perro callejero
- No genera estos residuos

3. Si los residuos sólidos orgánicos son arrojados en caneca de basura, ¿Realiza * esta clasificación de acuerdo con el código de colores establecido?

- Si
- No
- No cuenta con caneca de acuerdo con el código de colores, para residuos orgánicos
- No conoce la clasificación de acuerdo con el código de colores para este tipo de residuos
- Otro:

4. ¿Cuáles aspectos cree que dificultan la clasificación de los residuos sólidos orgánicos? *

- Falta de espacio para la separación de residuos
- Falta de tiempo
- Desconocimiento del procedimiento de cómo hacerlo
- Otro:

5. Si aún no realiza la clasificación de los residuos sólidos orgánicos en su hogar, *
¿estaría dispuesto a implementar este proceso?

SI

NO

6. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en el manejo de los residuos sólidos orgánicos? *

SI

NO

7. ¿Conoce como es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto? *

SI

NO

8. ¿Considera que los residuos sólidos orgánicos generados en el conjunto residencial podrían aprovecharse, para disminuir su disposición final en relleno sanitario? *

SI

NO

9. ¿Conoce sobre la técnica de vermicultura/lombricultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos? *

- SI
- NO

10. Si en el conjunto residencial se realizara un proyecto de vermicultivo/Lombricultivo, para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, ¿Estaría de acuerdo con esta iniciativa? *

- SI
- NO

ANEXO 2. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria por municipio enero a septiembre 2023. Fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo

Nombre municipio	Precio promedio enero (USD)	Precio promedio febrero (USD)	Precio promedio marzo (USD)	Precio promedio abril (USD)	Precio promedio mayo (USD)	Precio promedio junio (USD)	Precio promedio julio (USD)	Precio promedio agosto (USD)	Precio promedio septiembre (USD)
El Carmen (Antioquia)		5,01	4,94	5,01	4,94	5,23	5,23	5,31	5,31
La Unión (Antioquia)	4,81		5,63	5,63	5,63	6,02	6,02	6,02	6,02
Peñol (Antioquia)	4,81	4,81	4,89	4,81	4,81	4,85	5,01	5,01	5,01
San Vicente (Antioquia)	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	5,05	5,05	5,05
Rionegro (Antioquia)	4,69								
Tunja (Boyacá)	4,45	4,57	4,54	4,69	4,63	4,77	4,78	4,80	4,78

Chiquinquirá (Boyacá)	4,67	4,63	4,65	4,81	4,73	4,62	4,57	4,81	4,83
Toca (Boyacá)	4,61	4,49	4,61	4,73	4,61	4,65	4,75	4,57	4,57
Turmequé (Boyacá)		4,51	4,45	4,45	4,57	4,57	4,63		
Villapinzón (Cundinamarca)	4,17	4,39	4,29	4,39	4,37	4,33	4,37	4,53	4,53

ANEXO 3. Formato para reporte de variables físicas- químicas del vermicultivo

ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACION PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL - SEMINARIO II								VERSIÓN 0	
LOMBRICULTIVO CASERO PRUEBA PILOTO			FORMATO PARA REPORTE DE VARIABLES FÍSICAS DEL VERMICULTIVO				N° CAMA		
							CONTENIDO		
No. DÍA	FECHA	HORA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA (%)	Ph	ANALISTA	OBSERVACIONES		

ANEXO 4. Resultados de laboratorio del abono orgánico

**ÁREA DE ANÁLISIS DE MATERIALES
ORGÁNICOS**
Informe N° 01177-V1-2024

N° de Laboratorio

AMO-02931-2023

Información del Cliente			
Remitente	DIANA PATRICIA RIVEROS MORENO	Responsable	SRA. DIANA PATRICIA RIVEROS MORENO
Propietario	SRA. DIANA PATRICIA RIVEROS MORENO	Email contacto	patriciariverosm@gmail.com; moreraKevin@gmail.com
Fecha Ingreso	26-12-2023	Fecha Emisión	16-01-2024

Información de la Muestra Suministrada por el cliente			
Identificación Suministrada	HUMUS DE LOMBRIZ	Lote / Bloque	20/12/2023
Fuente del Material / Inf. Adicional	NINGUNA	Contrato N°	
Descripción Física	SÓLIDO CAFÉ	Condiciones recepción	CONFORME

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO PARCIAL				
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Extractante/Técnica/Documento Normativo
Humedad	N.A.	56.8	%	40 y 70 °C / Gravimetría / NTC 5167 (r)
pH en pasta de saturación	pH	8.00	Unidades de pH	Pasta de saturación / Potenciométrico / NTC 5167 (r)
Carbono Orgánico Oxidable Total	COOx	5.37	%	Sln. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5167 (r)
Relación Carbono / Nitrógeno	C/N	18	Adimensional	Relación matemática

CARACTERIZACIÓN DE LA FRACCIÓN MINERAL				
Nitrógeno Total	NT	0.300	%	Sumatoria de Especies de Nitrógeno requeridas por el cliente
Nitrógeno Orgánico	N Orgánico	0.300	%	Micro-Kjeldahl / Volumetría / NTC 5167-NTC 370 (r)
Fósforo total	P ₂ O ₅	0.266	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimetría / NTC 234 (r)
Potasio Total	K ₂ O	0.421	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EEA / NTC 5167 - NTC 202 (r)

Observaciones a los resultados:	Convenciones:
NINGUNO	N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sln. Solución / N.S. No Suministrada / N.D.No Detectado / MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente / EEA Espectroscopía de Absorción Atómica / EEA Espectroscopía de Emisión Atómica / ICP-OES Espectroscopía de Emisión Óptica de plasma acoplado inductivamente / EAM Extracción Asistida con Microondas

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:
Revisado por:


Edna Alejandra Ariza

Director Técnico Operativo - Química - PQ 3081



David Ruiz

Coordinador de Área (E)-Químico-PQ-05720

---- Fin del Informe ----

Notas:

PARA MUESTRAS SÓLIDAS LOS RESULTADOS CONSIGNADOS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁN EXPRESADOS EN BASE HÚMEDA

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. La información contenida en este informe es de carácter confidencial, por lo cual su reproducción total o parcial, sólo podrá ser hecha con autorización expresa de AGRILAB LABORATORIOS SAS o por el cliente propietario del mismo.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al período comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este halla sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del analito en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.
9. Los métodos analíticos empleados para realizar las determinaciones, están clasificados de acuerdo con su reconocimiento como análisis ACREDITADOS (a), REGISTRADOS ANTE EL ICA (r) o subcontratados (s). Esta clasificación se puede observar en la columna: Extractante/ Técnica/Documento Normativo.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 7454697 / 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co