



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU
APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA
ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Ambientales

Autores:

Andrade Guanga Gustavo Ezequiel
Coque Tutasig Mauricio Andrés

Tutor:

Cajas Cayo Isaac Eduardo

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Andrade Guanga Gustavo Ezequiel, con cédula de ciudadanía No. 0504280306 y Coque Tutasig Mauricio Andrés, con cédula de ciudadanía No. 0550247084, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**, siendo el Ingeniero Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de agosto del 2024



Gustavo Ezequiel Andrade Guanga
C.C: 0504280306
ESTUDIANTE



Mauricio Andrés Coque Tutasig
C.C: 0550247084
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ANDRADE GUANGA GUSTAVO EZEQUIEL**, identificado con cédula de ciudadanía **0504280306** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Abril - Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ingeniero Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo

Tema: **“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

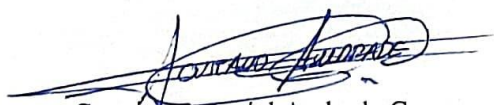
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de agosto del 2024.


Gustavo Ezequiel Andrade Guanga

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **COQUE TUTASIG MAURICIO ANDRÉS**, identificado con cédula de ciudadanía **0550247084** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ingeniero Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo

Tema: **“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de agosto del 2024.



Mauricio Andrés Coque Tutasig

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”, de Andrade Guanga Gustavo Ezequiel y Coque Tutasig Mauricio Andrés, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de agosto del 2024



Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo, Mg.

C.C: 0502205164

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Andrade Guanga Gustavo Ezequiel y Coque Tutasig Mauricio Andrés, con el título del Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la mativa institucional.

Latacunga, 14 de agosto del 2024



Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Mg.

C.C: 0501518955

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Lic. Patricio Manuel Clavijo Cevallos, Mg.

C.C: 0501444582

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Oscar René Daza Guerra, Mg.

C.C: 0400689790

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mis padres; Miguel Gustavo Andrade Cárdenas y Judith Irene Guanga Pesantes por su amor incondicional y su apoyo constante a lo largo de toda mi carrera universitaria. Gracias por cada sacrificio, por cada palabra de aliento y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin su guía y su confianza en mis capacidades, este logro no habría sido posible. Jamás olvidaré todo lo que han hecho por mí y sé que mis futuros logros seguirán siendo para ustedes.

En segundo lugar, quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la carrera de Ingeniería ambiental por haberme proporcionado los conocimientos necesarios a través de mis docentes que día a día me motivaron a seguir adelante para ser un buen profesional.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la culminación de esta etapa. Su apoyo y confianza me motivaron a seguir adelante y alcanzar esta gran meta.

Gustavo Ezequiel Andrade Guanga

AGRADECIMIENTO

Esta Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a mis padres Rosa Elvira Tutasig Flores y Segundo Ricardo Coque Silva por su apoyo incondicional en esta etapa, quienes a través de su ejemplo de superación, responsabilidad, humildad y sacrificio me han enseñado a valorar todo lo que tengo, su confianza en mí, me motivó a culminar satisfactoriamente una a una las metas propuestas.

A mis hermanos Byron, Wilson y Nelly Coque Tutasig, a mi tía Carmen y a mi abuelita María les agradezco infinitamente por creer en mí y aconsejarme en seguir adelante tanto en esta trayectoria universitaria como en la vida.

A su vez a mis amigos que conocí en todos estos años, los cuales hicieron que el equipaje de este viaje sea más liviano.

No puedo dejar de lado mi eterna gratitud a todos los docentes de la CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL por sus conocimientos brindados y experiencias compartidas durante el proceso de formación académica y la oportunidad de crecer como persona

Mauricio Andrés Coque Tutasig

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis con todo mi cariño y gratitud primero que todo a mis padres; Miguel Gustavo Andrade Cárdenas y Judith Irene Guanga Pesantes, cuya dedicación y amor incondicional han sido mi mayor fuente de inspiración. Gracias por creer en mí y por brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante en la vida luchando contra cualquier obstáculo que se me presente. Este logro es tan suyo como mío.

A mis hermanos, en especial a mi hermana Gissela Caterine Andrade Guanga que por circunstancias de la vida ya no está con nosotros. Gracias por ser mi primera maestra, por ser mi apoyo constante y mi cómplice en cada etapa de mi vida. Te amo, porque tu amor y comprensión han sido fundamentales para cumplir cada una de mis metas.

A mis amigos, Wendy, Katty, Victor, Mauricio y Edison que se convirtieron en mi segunda familia y me acompañaron en este viaje con su comprensión y amistad sincera. Sus palabras de aliento y compañía hicieron de esta experiencia algo mucho más llevadero y significativo.

Este proyecto es un reflejo del esfuerzo y el amor de todos ustedes. Gracias por formar parte de mi vida y por ayudarme a hacer realidad este sueño.

Gustavo Ezequiel Andrade Guanga

DEDICATORIA

A Este logro, meta y triunfo en esta etapa de mi vida se la dedico primero a Dios, que me ha brindado las fuerzas necesarias para seguir adelante y no rendirme durante todo el transcurso de mi carrera, por guiar mi camino, mis estudios y brindarme sabiduría.

A mis padres Segundo Ricardo Coque Silva y Rosa Elvira Tutasig Flores que han sido el pilar fundamental en vida, quienes siempre me han apoyado, han estado ahí a mi lado en buenos y malos momentos, me han sabido aconsejar, brindarme amor, respeto e inculcarme valores, ellos que con su infinito amor siempre confiaron en mí y que con su esfuerzo me ayudaron a cumplir mis metas.

A mis hermanos Byron, Wilson, Nelly y familia quienes han sabido ser un respaldo muy importante en mi vida ya que han hecho posible mi superación como profesional y como persona

A mis amigos con quienes tuve vivencias únicas que llevaré por siempre en mi corazón.

Mauricio Andrés Coque Tutasig

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN
EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ,
COTOPAXI 2024”.**

Autores:

Andrade Guanga Gustavo Ezequiel
Coque Tutasig Mauricio Andrés

RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó en el Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”, ubicado en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Con el objetivo de analizar la generación actual de residuos sólidos orgánicos y establecer un sistema de aprovechamiento a través de la elaboración de abonos naturales. La metodología se aplicó mediante la utilización del método del cuarteo con el fin de conocer la producción per cápita y el porcentaje de residuos orgánicos que más se genera, de la mano con la aplicación de una encuesta dirigida a una muestra de cincuenta comerciantes en las áreas de mayor generación para diagnosticar la situación actual ante la gestión de los residuos. Donde se evidenció que la falta de conocimiento ante la correcta separación y los métodos de aprovechamiento son las falencias accionantes del mal manejo. Estableciendo que, entre las dos áreas de mayor producción orgánica la sección de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas”, y “Alimentos preparados” se generan residuos orgánicos en cantidades semanales de 1062 kg, por lo cual a través de la recolección y pesaje manual se determinó que el valor de la producción per cápita diaria de residuos sólidos orgánicos en el mercado es de 3.02 (kg/comerciante.día). Ante ello, se desarrolló un sistema de aprovechamiento para la obtención de dos tipos de abono orgánico en las instalaciones del Vivero Forestal del GAD Municipal, lugar donde se realizó la disposición de los residuos recolectados y la aplicación de los métodos de compostaje, con el fin de mantener las condiciones óptimas para la descomposición del material orgánico, donde se obtuvo 250 kg por cada tipo de abono, de los cuales se extrajo una muestra de 550 g para la determinación de calidad mediante el análisis de laboratorio. Con esto, se calificó a los abonos producidos como aptos para el uso en suelos agrícolas gracias a los nutrientes que poseen, Nitrógeno Total 0.13%, Fósforo 0.13% y Potasio 0.90%. En conclusión, gracias a la implementación del sistema de aprovechamiento se obtuvieron abonos orgánicos de calidad con características óptimas de nutrientes, sin embargo, hay que reconocer que estos poseen menores porcentajes en comparación con el abono comercial debido a su obtención natural y el no ser enriquecidos con aditivos, pero presentan beneficios para la sostenibilidad ambiental, además de menores costos de obtención convirtiéndose en una opción económica y ambiental más viable para la comunidad local a largo plazo.

Palabras clave: Abono orgánico, degradación, educación ambiental, gestión de residuos, sostenibilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "ANALYSIS OF ORGANIC SOLID WASTE GENERATION AND PROPOSAL FOR IMPROVEMENT ITS USE IN "AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ" MARKET, PUJILÍ CANTON, COTOPAXI 2024".

Authors:

Andrade Guanga Gustavo Ezequiel
Coque Tutasig Mauricio Andrés

ABSTRACT

The research project was carried out in "Augusto Lema Enríquez" Market, located at Pujilí canton, Cotopaxi province. The objective was to analyze the current generation of organic solid waste and establish a system of utilization through natural fertilizers production. The methodology was applied through quating method in order to know per capita production and organic waste percentage, with a directed survey application to a sample of fifty merchants in areas of greater generation to diagnose current situation regarding wasting management. It was found that lack knowledge about correct separation and methods are the main causes of poor management. It was established that, between two areas of greatest organic production, "Fruits, vegetables, greens" and "Prepared foods" sections, organic waste is generated weekly 1062 kg, so through collection and manual weighing it was determined daily value per capita production of organic solid waste is 3.02 (kg/trader.day). By this way, a system was developed to obtain two types of organic fertilizer, at Municipal Government's Forest Nursery, where collected waste that was disposed and composting methods were applied in order to maintain optimal conditions of organic material, there, 250 kg of each fertilizer type was obtained, from which a sample of 550 g was extracted to determine quality through laboratory analysis. With this, the produced fertilizers were qualified as suitable for agricultural use in soils thanks their nutrients: Total Nitrogen 0.13%, Phosphorus 0.13% and Potassium 0.90%. In conclusion, thanks to the implementation of system quality organic fertilizers with optimal nutrient, better characteristics were obtained; however, it must be recognized that they have lower percentages compared to commercial fertilizers due to their natural production and not being enriched with additives, but they have benefits for environmental sustainability, in addition to lower production costs, making them a more viable economic and environmental option for the local community in the long term.

Keywords: composting, degradation, environmental education, waste management, sustainability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1. Objetivo General.....	4
5.2. Objetivos Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. Residuos sólidos.....	6
7.1.1. Clasificación de Residuos Sólidos.....	6
7.1.1.1. Según su origen	6

7.1.1.2. Según su riesgo	7
7.1.1.3. Según su composición	8
7.1.1.4. Según su utilidad	8
7.1.2. Contaminación por residuos sólidos.....	8
7.2. Residuos orgánicos	9
7.2.1. Clasificación de los residuos orgánicos.....	9
7.3. Sistemas de Gestión de Residuos Orgánicos.....	10
7.3.1. Tipos de Sistemas utilizados en la Gestión de Residuos Orgánicos	11
7.3.2. Ventajas y Desventajas de los Sistemas de Gestión de Residuos Orgánicos	12
7.3.2.1. Ventajas	12
7.3.2.2. Desventajas.....	13
7.4. Abono orgánico	13
7.4.1. Tipos de abonos orgánicos	13
7.4.2. Ventajas y desventajas de los abonos orgánicos	14
7.4.2.1. Ventajas del Abono Orgánico.....	14
7.4.2.2. Desventajas del Abono Orgánico	15
7.4.2.3. Macro y Micronutrientes en Abonos Orgánicos.....	15
7.5. Compostaje	15
7.5.1. Tipos de Tecnologías de Compostaje.....	15
7.5.2. Característica de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida Savigny</i>)	16
7.5.2.1. Características del compost por lombrices	17
7.5.3. Compost a base de Enzimas	18
7.5.3.1 Enzimas de la leche que facilitan el compost	18
7.5.3.2. Enzimas de la levadura de cerveza que facilitan el compost.....	19
7.5.3.3. Características del compost enriquecido con enzimas	19
7.5.3.4. Proceso para la Elaboración del Abono a base de Enzimas	21
7.6. MARCO LEGAL	22

7.6.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	22
7.6.2. CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)	23
7.6.3. CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA).....	23
7.6.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA (TULSMA)	24
7.6.5. ACUERDO MINISTERIAL No. 061	25
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTA CIENTÍFICA.....	26
9. METODOLOGÍA.....	26
9.1. Área de Estudio	26
9.2. Tipo de Investigación	27
9.2.1. Investigación Documental	27
9.2.3. Investigación de Campo	28
9.2.4. Investigación Cualitativa	28
9.2.5. Investigación Descriptiva	28
9.3. Métodos	28
9.3.1. Método Deductivo	28
9.3.2. Método Inductivo	29
9.3.4. Método del cuarteo	29
9.3.5. Método de recolección de los residuos sólidos orgánicos en las secciones de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” y “Alimentos preparados”.....	30
9.3.6. Pesaje Manual.....	30
9.3.7. Producción Per Cápita	31
9.3.8. Métodos utilizados para la elaboración del abono orgánico en el sistema de Aprovechamiento.....	31
9.4. Técnicas e instrumentos	32
9.4.1. Técnica de observación directa	32
9.4.2. Técnica de la Encuesta	32

9.4.3. Técnica de muestreo para los abonos producidos	33
9.5. Materiales e instrumentos.....	33
9.5.1. Cuestionario de Encuesta	33
9.5.2. Software Microsoft Exel 2016.....	33
9.6. Población y Muestra	34
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
10.1. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos orgánicos en el mercado.	35
10.1.1. Resultado de las encuestas aplicadas a los comerciantes de las secciones de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” y “Alimentos preparados”.....	36
10.2. Estrategias para la ejecución del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el mercado.	44
10.2.1. Introducción.....	44
10.2.2. Objetivo	45
10.2.3. Desarrollo de las estrategias	45
10.3. Caracterización de los residuos sólidos orgánicos producidos dentro del mercado....	50
10.4. Cálculo de Producción Per Cápita diaria de residuos sólidos orgánicos.....	52
10.5. Cálculo de Producción Per Cápita semanal de residuos sólidos orgánicos.....	53
10.6. Cálculo de Producción Per Cápita mensual de residuos sólidos orgánicos.....	54
10.8. Sistema de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”.	61
10.8.1. Desarrollo del sistema de aprovechamiento	63
10.8.1.1. Área de implementación del Sistema de Aprovechamiento.....	63
10.8.2. Determinación del área de compostaje.....	64
10.8.3. Recolección de los residuos sólidos orgánicos.....	65
10.8.4. Implementación de residuos sólidos orgánicos a la cama de compostaje.	66
10.8.5. Elaboración de abono a través de la lombricultura	68
10.8.6. Monitoreo de parámetros de humedad y temperatura	69

10.8.8. Descomposición de la materia orgánica para la obtención de abono	71
10.9. Técnica de Compostaje Utilizada	76
10.9.1. Recolección y tamizaje de los dos tipos de abonos producidos	77
10.9.2. Toma de muestras de los abonos producidos para el análisis de laboratorio.	78
10.9.3. Análisis de los parámetros de calidad en Macro y Micronutrientes, y presencia de metales pesados en los dos abonos orgánicos producidos.....	79
10.9.4. Análisis de calidad del abono producido a través de Lombricultura.....	81
10.9.5. Análisis de calidad del abono producido a través de enzimas.....	82
10.9.6. Comparación de calidad con un abono orgánico comercial.....	83
10.9.6.1. Comparación de costos con un abono orgánico comercial.	84
10.9.7. Empaque, etiqueta y distribución del producto final.....	87
10.9.8. Tiempo de realización del compostaje hacia el abono orgánico.	88
10.9.9. Factores implicados en la elaboración de los abonos orgánicos.	88
11. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.	89
11.1. Impactos Sociales	89
11.2. Impactos Ambientales	89
11.3. Impactos Económicos.....	89
12. CONCLUSIONES.....	90
13. RECOMENDACIONES	90
14. BIBLIOGRAFÍA	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto.....	3
Tabla 2. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	4
Tabla 3. Clasificación de los residuos sólidos orgánicos.	9
Tabla 4. Características del compost por lombrices.	17
Tabla 5. Características del compost enriquecido a partir de enzimas.....	20
Tabla 6. Materiales e instrumentos utilizados en el desarrollo del proyecto.....	34
Tabla 7. Plan de la separación de residuos sólidos orgánicos: Actividades, Resultados y Responsables.	47
Tabla 8: Plan de la recolección de residuos sólidos orgánicos: Actividades, Resultados y Responsables.	49
Tabla 9. Datos de los pesos de los Residuos Sólidos Orgánicos producidos.....	51
Tabla 10. Cálculo de Producción Per Cápita diaria de residuos sólidos orgánicos.....	52
Tabla 11. Cálculo de Producción Per Cápita semanal de residuos sólidos orgánicos.....	53
Tabla 12. Cálculo de Producción Per Cápita mensual de residuos sólidos orgánicos.....	54
Tabla 13. Cálculo del porcentaje de residuos sólidos orgánicos generados según su tipo.....	55
Tabla 14. Plan del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos: Actividades, Resultados y Responsables.	60
Tabla 15. Proceso de elaboración detallado del abono por enzimas.	74
Tabla 16. Técnica de compostaje por enzimas.....	76
Tabla 17. Análisis de laboratorio del abono orgánico de legumbres y hortalizas producido a través Lombricultura.....	80
Tabla 18. Análisis de laboratorio del abono orgánico de frutas y verduras producido a través de enzimas.	81
Tabla 19. Comparación de Contenido de macro y micro nutrientes.	83
Tabla 20: Gastos de Materiales Directos e Indirectos.	84
Tabla 21: Gastos del Personal.	85
Tabla 22: Costos de Producción.	85
Tabla 23: Costos de Venta.....	85
Tabla 24: Comparación del costo de venta de abonos producidos con el abono comercial.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación del Área de estudio.	27
Figura 2. Respuesta a la pregunta 1	36
Figura 3. Respuesta a la pregunta 2	37
Figura 4. Respuesta a la pregunta 3	38
Figura 5. Respuesta a la pregunta 4	39
Figura 6. Respuesta a la pregunta 5	40
Figura 7. Respuesta a la pregunta 6	41
Figura 8. Respuesta a la pregunta 7	41
Figura 9. Respuesta a la pregunta 8	42
Figura 10. Respuesta a la pregunta 9	43
Figura 11. Respuesta a la pregunta 10	43
Figura 12. Fotografía de división de la muestra en cuadrantes para el método de cuarteo.	55
Figura 13. Fotografía de eliminación de cuadrantes de la muestra inicial.	55
Figura 14. Fotografía de residuos sólidos orgánicos generados según su tipo.	56
Figura 15. Porcentaje de residuos sólidos orgánicos generados según su tipo.	57
Figura 16. Diagrama de flujo del sistema integral de manejo y aprovechamiento de residuos en las secciones de “Frutas, verduras, legumbres, hortalizas”, y “Alimentos preparados”.	61
Figura 17. Mapa del área de implementación del sistema de aprovechamiento	63
Figura 18. Fotografía de la separación de residuos no aprovechables.	65
Figura 19. Fotografía de pesaje de los residuos orgánicos aprovechables.	65
Figura 20. Incorporación de la materia orgánica a la cama de compostaje.	66
Figura 21. Fotografía de la muestra total de residuos sólidos orgánicos recolectados.	66
Figura 22. Fotografía de materia orgánica dividida en dos submuestras según su tipo.	67
Figura 23. Fotografía de trozado de residuos sólidos con tamaño considerable.	68
Figura 24. Fotografía de adición de Lombrices Californianas a la materia orgánica.	68
Figura 25. Fotografía de riego de agua en la materia orgánica para mantener la humedad.	69
Figura 26. Fotografía de prueba del puño para verificar la humedad de la materia orgánica. .	70
Figura 27. Fotografía de volteo de la materia orgánica para la aireación en la cama de compostaje.	70
Figura 28. Fotografía de descomposición de la materia orgánica en la cama de compostaje. .	71
Figura 29. Fotografía de distribución de la materia orgánica a la cama de compostaje.	72
Figura 30. Fotografía de incorporación de leche entera en la cama con materia orgánica.	72

Figura 31. Fotografía de colocación de melaza y levadura de cerveza en la materia orgánica.	73
Figura 32. Fotografía de recubrimiento de la materia orgánica en la zona de compostaje	73
Figura 33. Fotografía de volteo la materia orgánica para la aireación en la cama de compostaje.	74
Figura 34. Fotografía de tamizaje de los dos tipos de abonos producidos.	77
Figura 35. Fotografía de tamizaje de los restos de residuos orgánicos no descompuestos.	78
Figura 36. Fotografía de abono orgánico obtenido después del tamizaje.	78
Figura 37. Fotografía de las muestras de abono orgánico para el envío al laboratorio.	79
Figura 38. Fotografía de empaque y etiquetado de los abonos orgánicos producidos.	87

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL MERCADO PUJILÍ “AUGUSTO LEMA ENRÍQUEZ”, CANTÓN PUJILÍ, COTOPAXI 2024”.

Fecha de inicio: Abril 2024

Fecha de finalización: Agosto 2024

Lugar de ejecución:

Parroquia La matriz Pujilí, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería Ambiental

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo

Estudiante: Andrade Guanga Gustavo Ezequiel

Estudiante: Coque Tutasig Mauricio Andrés

Lector 1: Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, M.Sc.

Lector 2: Lic. Manuel Patricio Clavijo Cevallos, Mg.

Lector 3: Ing. Oscar René Daza Guerra, Mg.

Área de Conocimiento: Ciencias Naturales, Ciencias Ambientales, Protección del Medio Ambiente.

Línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento racional fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales

Línea de vinculación de la carrera: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La generación de residuos sólidos, en el país está causando diversos problemas ambientales, por una mala disposición final y la falta de conciencia en la población para la segregación en la fuente. La investigación realizada abordó la creciente problemática de la generación de residuos sólidos orgánicos en el Mercado Pujilí, dado que la acumulación de estos residuos puede llegar a plantear desafíos medioambientales a largo plazo que requieren atención inmediata. Ante ello, se buscó identificar patrones de generación, evaluar las prácticas actuales de manejo de residuos orgánicos y establecer estrategias efectivas para mejorar la gestión de residuos, implementando prácticas sostenibles que reduzcan la huella ambiental del mercado, promoviendo así la mejora continua en sus operaciones. Por ello, la ejecución de un sistema de aprovechamiento para los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado, servirá como apoyo para la administración del GAD Municipal del cantón Pujilí, tomando en cuenta que este es un establecimiento comercial importante dentro de la ciudad, debido a la demanda comercial que representa. También, se beneficiará directamente la junta parroquial permitiendo establecer y coordinar acciones para el manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos orgánicos respetando los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente además de contribuir a la adopción de prácticas ecológicas más sostenibles que beneficien directamente a los comerciantes y residentes locales, mejorando su calidad de vida ante los beneficios ambientales obtenidos a largo plazo. En relación con el impacto, la generación de residuos en el mercado municipal tiene consecuencias importantes para la comunidad, ya que afecta la salud pública y la apariencia del entorno. Por lo cual la investigación tiene como prioridad causar un impacto positivo y duradero dentro del establecimiento y su propósito no se limita solo al ámbito local ya que, al abordar los desafíos encontrados específicamente en este mercado, se establecerá un ejemplo relevante para el desarrollo sostenible en todo el cantón impulsando la concienciación y la aplicación de acciones concretas para gestionar los residuos de manera responsable. Por otro lado, desde el punto de vista práctico, el proyecto busca proporcionar soluciones tangibles que puedan implementarse fácilmente en el contexto de la generación de residuos sólidos orgánicos fomentando un cambio cultural hacia prácticas más sostenibles. Ante ello, la Universidad Técnica de Cotopaxi específicamente la carrera de Ingeniería Ambiental se vincula estrechamente con la comunidad del cantón a través de esta investigación, al abordar una problemática local, demostrando su compromiso con el bienestar y el desarrollo sostenible, impulsando una relación simbiótica que fortalezca la conexión entre la comunidad universitaria y el entorno ambiental dentro de la provincia.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiará directamente a los comerciantes del mercado mediante la creación de un entorno más limpio y saludable, favoreciendo a la agricultura sostenible de la localidad con la adopción de prácticas ambientales más eficientes en cuanto a la gestión de residuos. Ver Tabla 1.

Tabla 1. *Beneficiarios del Proyecto.*

Directos	Indirectos
150 comerciantes del Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”	Población del cantón Pujilí 69, 055 habitantes

Nota: La tabla muestra los beneficiarios directos e indirectos del proyecto de investigación. Información adaptada a partir de (Torres, 2022).

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los residuos sólidos son un gran problema para las ciudades al ser fuente de malos olores, infecciones, enfermedades y contaminación ambiental que contribuye al problema en cuanto a la recolección y almacenamiento que cuesta mucho dinero (Espinosa, 2018). Por ello la generación de residuos sólidos presenta una problemática compleja que requiere atención inmediata. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2023), en la actualidad a nivel nacional la mala gestión de residuos sólidos produce una generación anual estimada de aproximadamente 5 millones de toneladas, esto es uno de los principales problemas a resolver, debido a que esta actividad se considera una fuente de contaminación significativa de recursos naturales como el suelo, agua y aire. La provincia de Cotopaxi tiene problemas importantes en cuanto a la disposición final de residuos debido a su excesiva generación y mal manejo al contar con una población actual de 200 mil habitantes, mismos que generan 78.580,85 toneladas anuales de residuos sólidos, valor que representa 215,29 toneladas de basura diarias, con una producción Per cápita por habitante de 0,42 kg/hab,día (Vaca, 2020). Por otro lado, según establece Mayo Cualchi (2019), en el cantón Pujilí, las plazas mercados son una fuente fija que genera gran cantidad de residuos sólidos orgánicos, específicamente el mercado “Augusto Lema Enríquez” presenta falencias en cuanto a la clasificación, manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos orgánicos los cuales son desechados de manera conjunta con otros tipos de desechos comunes, dificultando su posterior tratamiento lo que conlleva a la mala gestión. Esta situación provoca un impacto negativo en la higiene y salubridad del mercado, afectando tanto a comerciantes, trabajadores y la población en general.

Razón por la cual es crucial abordar de raíz esta problemática, promoviendo el accionar en los aspectos específicos de generación, manejo y disposición final de los residuos, con el fin de establecer un sistema de gestión eficiente. Es importante reconocer que, la recolección de los desechos sólidos en la parroquia Pujilí centro, se encuentra a cargo del Departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal del Cantón Pujilí, dentro de esta parroquia no se ejecuta ningún tipo de tratamiento a los residuos, mismos que necesitan urgente atención ya que se ha incrementado la producción por la gran cantidad de comercio y la población que existe en la zona (Laverde Albarracín & Núñez Herrera, 2018). Con respecto a esto, la relevancia de este estudio radica en la necesidad urgente de implementar medidas que promuevan la reducción, reutilización y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en este mercado. Donde abordar esta situación no solo contribuirá a mejorar las condiciones de higiene y salubridad, sino que también fomentará prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente. Por lo cual, es importante proponer estrategias de mejora que no solo atiendan la problemática actual, sino que también sienten las bases para la implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos eficiente y sostenible a largo plazo.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Analizar la generación de residuos sólidos orgánicos y establecer estrategias para la ejecución de un sistema de aprovechamiento en el Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”.

5.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en la gestión de los residuos sólidos orgánicos en el mercado.
- Caracterizar la generación de residuos sólidos orgánicos producidos dentro del mercado.
- Implementar un sistema de aprovechamiento para los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado a través de la elaboración de abonos y determinar la calidad de los mismos mediante el análisis de laboratorio.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2. *Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.*

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
<p>O1.- Diagnosticar la situación actual en la gestión de los residuos sólidos orgánicos en el mercado</p>	<p>Revisión Bibliográfica</p> <p>Georreferenciación del área de estudio</p> <p>Aplicación de una encuesta a los comerciantes sobre el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos dentro del mercado.</p>	<p>Método de investigación documental</p> <p>Visita in situ para exploración del área de estudio a través la aplicación de técnica de campo y método descriptivo.</p> <p>Técnica de la encuesta</p>	<p>Diagnóstico general del mercado en el manejo de R.S.O</p>
<p>O2.- Caracterizar la generación de residuos sólidos orgánicos producidos dentro del mercado.</p>	<p>Visita in situ para determinar las áreas de mayor producción de residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Capacitación a los comerciantes sobre la separación de residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Recolección de los residuos sólidos orgánicos producidos.</p> <p>Pesaje diario de los residuos sólidos orgánicos producidos.</p>	<p>Método descriptivo</p> <p>Método cualitativo: para caracterizar y determinar la producción Per Cápita diaria de residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Método del cuarteo</p> <p>Técnica de la encuesta</p>	<p>Producción per cápita diaria de los residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Determinación del porcentaje de residuos sólidos orgánicos según el tipo.</p>

<p>O3.- Implementar un sistema de aprovechamiento para los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado, a través de la elaboración de abonos y determinar la calidad de los mismos mediante el análisis de laboratorio.</p>	<p>Visita in situ al área seleccionada para la implementación.</p> <p>Implementación del sistema de aprovechamiento.</p> <p>Elaboración de abono con utilización de enzimas presentes en la leche y levadura de cerveza, y proceso de lombricultura</p> <p>Análisis de calidad en laboratorio certificado</p>	<p>Técnica de observación y método de investigación de campo para determinación del área.</p> <p>Técnica de campo para el acondicionamiento de las camas de compostaje.</p>	<p>Producción del abono orgánico.</p>
---	---	---	---------------------------------------

Nota: La tabla 2 muestra las actividades y métodos realizados para alcanzar los resultados de cada objetivo planteado.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Residuos sólidos.

Los residuos sólidos son aquellos materiales que han perdido su uso directo, pero que son susceptibles de ser aprovechados y transformados en un nuevo bien con un valor agregado. Por otro lado, una característica importante, es que los residuos sólidos no tienen un valor económico para quien lo genere, por ello, existen industrias que se encargan de tratar los residuos sólidos, porque ven en ellos una fuente de ingreso, en la medida en que sirven para obtener ganancias al usarlos en otros procesos productivos, o convertirlos en nuevos bienes con valor económico, social o ambiental (Flores, 2019).

7.1.1. Clasificación de Residuos Sólidos

7.1.1.1. Según su origen

1. **Residuos sólidos domiciliarios.** - Son residuos productos de actividades domésticas, procedentes de casas especialmente de la cocina, básicamente están compuestos por

restos de alimentos, botellas, latas, plásticos, cartón, materiales de aseo personal (Toscano et al., 2023).

- 2. Residuos Sólidos Comerciales.** - Son aquellos que se generan dentro de la actividad comercial como restaurantes, bares, oficinas y mercados. Los desechos originados en negocios y empresas, como tiendas, almacenes, hoteles, restaurantes, cafés y mercados, que surgen debido a las operaciones propias de cada área (Vera et al., 2023).
- 3. Residuo de establecimientos de salud.** - Este tipo de desechos se originan en los procedimientos y actividades relacionados con la atención a pacientes en diversos establecimientos, como hospitales, clínicas, centros de salud, laboratorios y consultorios privados. Estos residuos representan un riesgo significativo para las personas, ya que a menudo están contaminados con agentes infecciosos, además, se caracterizan por ser sólidos y no biodegradables (Vinueza & Vasco, 2023).
- 4. Residuos de limpieza de espacios públicos.** - Son aquellos residuos producto de la limpieza de calles y paseos,
- 5.** de los arreglos de parques y jardines como: hierba cortada, troncos, ramas entre otros, la generación de estos residuos depende de la zona donde se generen ya sea en espacios públicos, veredas, plazas y mercados, parques entre otros lugares destinados para el manejo y disposición adecuada para cada tipo de residuo (Apaza, 2019).
- 6. Residuos Agrícolas.** - Son residuos orgánicos naturales suelen compartir partes orgánicas de los residuos sólidos urbanos. Surgen debido a la cría de animales y la recolección de cultivos y árboles, cuyos restos no se emplean para enriquecer los suelos. Este tipo de desecho conlleva a la presencia de vectores patógenos en la acumulación del estiércol que generan los animales (Castro et al., 2020).
- 7. Residuo por actividad de construcción:** “Son residuos sobrantes o restantes productos de la demolición todo tipo de edificaciones o actividades de construcción en general” (Durán & Montenegro, 2019).

7.1.1.2. Según su riesgo

- 1. Residuos peligrosos:** Se refieren a los residuos que, debido a su característica intrínseca, poseen un potencial de peligro, pudiendo ocasionar impactos negativos en la salud y el entorno. Se originan comúnmente en procesos industriales poniendo un riesgo para la salud humana y en general (Moreno, 2019).
- 2. Residuos no peligrosos:** Son residuos que han sido tratados de tal manera que ya no presentan su característica peligrosa original (Estupiñán et al., 2022).

7.1.1.3. Según su composición

1. **Residuos Orgánicos.** - Se descomponen progresivamente, para transformarse en materia orgánica. Los materiales orgánicos poseen una naturaleza biológica y son altamente susceptibles a la descomposición, lo que genera emisiones de malos olores que a su vez atraen insectos y roedores. Esta categoría engloba restos de comida y cadáveres de animales, entre otros, también se originan en las actividades domiciliarios, comerciales u hospitalarios (Anda et al., 2021).
2. **Residuos Inorgánicos.** - Constituye materia inerte, son producidos por industrias y no son biodegradables, se utilizan como materia prima reciclables en diferentes industrias. Para Moreno (2019) la clasificación de los residuos por degradación es conveniente para que la gestión integral tenga un manejo y permita a los residuos orgánicos hacerse uso para compost y de los inorgánicos clasificarlos a fin de reutilizarlos e intervenir en el uso de las 3Rs.

7.1.1.4. Según su utilidad

1. **Reciclables:** Son aquellos residuos que pueden ser reincorporados y reutilizados nuevamente para convertirlos en un nuevo material (Aragón & Córdova, 2020).
2. **No Reciclables:** Estos residuos pertenecen a materiales no reciclables y peligrosos por lo que se depositan en almacenamientos controlados. Ya que para tratar su composición se requiere de tecnologías para su adecuado tratamiento (Aragón & Córdova, 2020).

7.1.2. Contaminación por residuos sólidos

El depósito y amontonamiento de desechos imposibilita el uso de tierras para otras finalidades; además, plantea una amenaza para las personas que residen en las proximidades de vertederos y acumulaciones de basura, debido a los gases que se generan durante la descomposición, debido a los gases que se originan durante el proceso de descomposición; de igual manera se contaminan las aguas subterráneas con nitratos y metales pesados que se infiltran por medio de los residuos, la acumulación indiscriminada de residuos puede convertir el agua en no apta para el consumo humano y el desarrollo de la vida acuática por el líquido lixiviado, producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto (Marchan et al., 2021). La quema de residuos sólidos ocasiona deterioro del aire conjuntamente con los gases tóxicos generados por la quema de materiales plásticos, así como el metano emanado por la descomposición de los residuos sólidos, la quema descontrolada de los desechos sólidos puede tener un impacto negativo en la calidad del aire. La combustión produce humo y partículas en suspensión que afectan el sistema respiratorio de las personas (Zamora & Coello, 2020).

7.2. Residuos orgánicos

Los desechos orgánicos provienen de las plantas y animales, es común que se incluyan desperdicios de comida, la piel de las frutas y los vegetales e incluso el excremento de los perros puede ser clasificado como desecho orgánico. Son biodegradables (significa que pueden ser destruidos de manera fácil por otros organismos con el tiempo y transformarse en fertilizante) Muchas personas convierten sus desperdicios orgánicos en abono y los usan en sus jardines (Anda et al., 2021).

Por otro lado, desde una perspectiva medioambiental, los residuos orgánicos, cuando son desechados de manera inadecuada, pueden contribuir significativamente a la contaminación ambiental y la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, gestionados de manera adecuada, estos residuos pueden convertirse en valiosos recursos. El compostaje, por ejemplo, es una técnica que aprovecha los residuos orgánicos para producir abono natural, enriqueciendo la calidad del suelo y fomentando prácticas agrícolas sostenibles (Carrasquilla et al., 2020).

7.2.1. Clasificación de los residuos orgánicos

La clasificación de los residuos orgánicos desempeña un papel fundamental en la gestión sostenible de los desechos, contribuyendo a maximizar su aprovechamiento y minimizar su impacto ambiental. Este proceso se centra en categorizar los materiales biodegradables según su origen y naturaleza, facilitando así su tratamiento adecuado (Vejarano, 2023).

Tabla 3. *Clasificación de los residuos sólidos orgánicos.*

Tipo de generador	Tipo de residuos
Naturales - Forestales	Residuos de leña, ramaje, follaje.
Industria agrícola Actividades pecuarias	residuos generados por el manejo de animales: estiércol vacuno, caballar, gallinas, pirquineas previamente estabilizados.
Agricultura	Residuos vegetales de

		cosechas.
	Acondicionamiento de frutas y verduras	Bagazo cáscara o semilla residuos orgánicos excedentes de proceso.
	Cereales y otros granos	Afrecho, almidones, bagazo, borra de café.
	Madera y pulpa	Almidón, viruta y aserrín.
	Plazas de mercado	Residuos orgánicos frescos.
	Actividades de jardinería	Residuos de poda, corte de césped y jardinería.
Institucional y comercial	Plantas de tratamiento de agua residual domiciliaria	Lodos procedentes de tratamiento biológico de aguas residuales que no contienen residuos peligrosos y cumplen con los valores mínimos para ser materia prima según la NTC 5167 V.2 o aquellas que la modifiquen o sustituyan.
Doméstico	Residuos orgánicos frescos, residuos de poda, corte de césped y jardinería.	

Nota: La tabla muestra la clasificación de los residuos orgánicos. Información adaptada a partir de (Vejarano, 2023).

7.3. Sistemas de Gestión de Residuos Orgánicos

Según Acuña (2023) los sistemas de gestión de residuos orgánicos representan una pieza clave en la búsqueda de soluciones sostenibles para los desafíos asociados con la acumulación y

disposición de materiales biodegradables. Estos sistemas están diseñados para abordar eficazmente la creciente cantidad de residuos orgánicos generados en entornos urbanos y rurales, reconociendo la importancia de maximizar la valorización de estos materiales en lugar de simplemente enviarlos a vertederos. La viabilidad de los sistemas de gestión de residuos orgánicos depende en gran medida de la colaboración entre entidades gubernamentales, la sociedad civil y la industria privada. La promoción de políticas públicas que respalden la implementación de estos sistemas, así como la sensibilización y participación activa de la comunidad, son esenciales para el éxito a largo plazo (Saldívar et al., 2021).

7.3.1. Tipos de Sistemas utilizados en la Gestión de Residuos Orgánicos

Según el estudio abordado por Vergara (2023) existen diversos tipos de sistemas utilizados en la gestión de residuos orgánicos, cada uno con enfoques específicos para maximizar la eficiencia y minimizar el impacto ambiental, entre los cuales se comparten los siguientes:

a) Compostaje. El compostaje es un método ampliamente utilizado que implica la descomposición controlada de residuos orgánicos en condiciones aeróbicas. En este proceso, los materiales biodegradables se mezclan y se someten a condiciones específicas de temperatura y humedad para fomentar la acción de microorganismos descomponedores.

b) Digestión Anaeróbica. La digestión anaeróbica es otro enfoque que implica la descomposición de residuos orgánicos, pero en ausencia de oxígeno. Este proceso produce biogás, una mezcla de metano y dióxido de carbono, que puede utilizarse como fuente de energía. Además, genera un subproducto conocido como digestato, que tiene propiedades fertilizantes.

c) Recolección Selectiva. La recolección selectiva es una estrategia fundamental en la gestión de residuos orgánicos. Implica la separación de los materiales biodegradables en la fuente de origen, generalmente en los hogares o establecimientos comerciales.

d) Vermicompostaje. Este método implica el uso de lombrices para descomponer residuos orgánicos. Las lombrices transforman los materiales biodegradables en un fertilizante de alta calidad conocido como vermicompost, que es rico en nutrientes y mejora la estructura del suelo.

e) Lombricultura. La lombricultura se centra en el uso de lombrices para descomponer residuos orgánicos y producir vermicompost. A diferencia del compostaje convencional, la lombricultura suele ser más eficiente en términos de tiempo y espacio, y las lombrices también mejoran la calidad del suelo a través de sus actividades.

f) Tratamiento con Enzimas. El tratamiento con enzimas es una aproximación novedosa en la gestión de residuos orgánicos. Consiste en la aplicación de enzimas específicas que aceleran la

descomposición de los materiales biodegradables. Estas enzimas descomponen los compuestos orgánicos de manera más rápida y eficiente.

7.3.2. Ventajas y Desventajas de los Sistemas de Gestión de Residuos Orgánicos

La adopción de sistemas para manejar residuos orgánicos, incluyendo técnicas como el compostaje y la digestión anaeróbica, trae consigo importantes beneficios, como la disminución de residuos en los vertederos y la creación de recursos útiles. No obstante, esta iniciativa enfrenta varios retos, tales como la necesidad de infraestructuras especializadas, la educación constante de la comunidad y los posibles efectos ambientales (Mamami et al., 2021).

Se exponen las ventajas y desventajas de estos tipos de sistemas, la cual se detalla a continuación:

7.3.2.1. Ventajas

- La gestión de residuos orgánicos mediante compostaje, digestión anaerobia y otras técnicas reduce significativamente la cantidad de residuos que llegan a los vertederos. Esto prolonga la vida útil de los vertederos y disminuye los problemas asociados con la acumulación de basura, como la emisión de gases de efecto invernadero y la producción de lixiviados.
- El compostaje genera compost rico en nutrientes, que puede ser utilizado como fertilizante natural en la agricultura y jardinería, mejorando la calidad del suelo y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos.
- La digestión anaerobia convierte los residuos orgánicos en biogás, una fuente de energía renovable que puede ser utilizada para generar electricidad, calor o combustible para vehículos. Esto contribuye a la diversificación de la matriz energética y a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.
- Estos sistemas reducen la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente metano, que es liberado durante la descomposición de residuos orgánicos en vertederos. También minimizan la contaminación del suelo y el agua mediante la gestión adecuada de lixiviados y otros subproductos.
- La implementación y operación de sistemas de gestión de residuos orgánicos generan oportunidades de empleo en la recolección, transporte, tratamiento y comercialización de productos derivados como compost y biogás. Esto puede fomentar el desarrollo económico local y la inclusión social.

7.3.2.2. Desventajas

- La instalación de infraestructuras como plantas de compostaje y biodigestores puede ser costosa. Además, los costos operativos, incluyendo la recolección y transporte de residuos orgánicos, pueden ser significativos, especialmente en áreas donde la logística es complicada.
- La efectividad de estos sistemas depende en gran medida de la participación activa de la comunidad en la separación de residuos en la fuente. Sin un compromiso adecuado, la calidad del material orgánico recogido puede ser baja, afectando el rendimiento de los procesos de compostaje y digestión.
- El manejo de instalaciones de compostaje y digestión anaerobia requiere conocimientos técnicos y un monitoreo constante para evitar problemas como malos olores, emisiones no controladas y la presencia de patógenos en el compost. Esto puede requerir personal capacitado y recursos adicionales.
- En regiones con climas fríos, los procesos biológicos de descomposición pueden ser menos eficientes debido a las bajas temperaturas, lo que puede requerir soluciones adicionales para mantener la viabilidad de los sistemas de gestión de residuos orgánicos.
- Si no se manejan adecuadamente, los procesos de compostaje y digestión anaerobia pueden resultar en la liberación de contaminantes, como metales pesados y patógenos, al medio ambiente. Es crucial implementar medidas de control y asegurarse de que los productos finales sean seguros para su uso (Mamami et al., 2021).

7.4. Abono orgánico

El abono orgánico es una enmienda del suelo derivada de materiales orgánicos en descomposición, como restos de plantas, estiércol animal y residuos de alimentos. Este tipo de abono es esencial para la agricultura sostenible, ya que mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y suministra nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas (Delgado et al., 2019).

7.4.1. Tipos de abonos orgánicos

1. Compost: El compost es uno de los abonos orgánicos más comunes. Se produce mediante la descomposición controlada de residuos orgánicos como restos de comida, residuos de jardín y estiércol. El compost es rico en nutrientes y mejora la fertilidad del suelo, además de su capacidad para retener agua y aire (Morales & Rocha, 2019).

2. Estiércol: El estiércol animal, proveniente de vacas, caballos, ovejas y otros animales de granja, es una fuente excelente de materia orgánica y nutrientes. Es particularmente rico en

nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. El estiércol debe compostarse antes de su aplicación para eliminar patógenos y semillas de malezas (Pimentel et al., 2023).

3. Vermicompost: El vermicompost es el producto de la descomposición de residuos orgánicos por lombrices de tierra. Este abono es especialmente rico en microorganismos beneficiosos y nutrientes, y mejora significativamente la estructura del suelo. Además, el vermicompost es suave y no quema las raíces de las plantas, lo que lo hace ideal para aplicaciones directas (Blanco, 2023).

4. Humus de Lombriz: Similar al vermicompost, el humus de lombriz es un producto de la digestión de materia orgánica por lombrices. Es una de las formas más potentes de abono orgánico, mejorando la salud del suelo y la resistencia de las plantas a enfermedades (Pimentel et al., 2023).

7.4.2. Ventajas y desventajas de los abonos orgánicos

7.4.2.1. Ventajas del Abono Orgánico

- El abono orgánico aumenta la porosidad del suelo, mejorando su capacidad para retener agua y aire. Esto promueve un sistema radicular fuerte y saludable, esencial para el crecimiento vigoroso de las plantas.
- Los abonos orgánicos son ricos en microorganismos beneficiosos que descomponen la materia orgánica y liberan nutrientes en formas disponibles para las plantas. Estos microorganismos también ayudan a suprimir patógenos del suelo, mejorando la salud general del suelo.
- El abono orgánico proporciona una fuente continua y equilibrada de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. A diferencia de los fertilizantes químicos, que pueden liberar nutrientes de manera rápida y a veces perjudicial, los abonos orgánicos liberan nutrientes lentamente, asegurando un suministro constante a lo largo del tiempo.
- Utilizar abonos orgánicos contribuye a la sostenibilidad agrícola y la reducción de residuos, al reciclar materiales orgánicos que de otra manera podrían terminar en vertederos. Esto no solo reduce el volumen de residuos, sino que también disminuye la emisión de gases de efecto invernadero asociados con la descomposición de residuos en vertederos (Cabello et al., 2020).

7.4.2.2. Desventajas del Abono Orgánico

- Los abonos orgánicos pueden tardar más en descomponerse y liberar nutrientes en comparación con los fertilizantes químicos. Esto requiere una planificación cuidadosa para asegurar que los nutrientes estén disponibles cuando las plantas los necesiten.
- La composición de los abonos orgánicos puede variar significativamente dependiendo de los materiales utilizados y del proceso de compostaje. Esto puede hacer difícil asegurar una dosificación precisa de nutrientes.
- La producción y manejo de abonos orgánicos requiere espacio y mano de obra. El compostaje y el manejo de estiércol, por ejemplo, pueden ser intensivos en términos de espacio y tiempo (Enríquez & Jimmy, 2021).

7.4.2.3. Macro y Micronutrientes en Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son una fuente vital de macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento saludable de las plantas. Los macronutrientes, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, son necesarios en grandes cantidades, mientras que los micronutrientes, como zinc, boro, molibdeno, manganeso, cloro y cobre, son requeridos en menores cantidades, pero son igualmente cruciales (Alarcón, 2024).

Estos nutrientes son fundamentales no solo para la fertilidad del suelo, sino también para el desarrollo óptimo de los cultivos, promoviendo la salud vegetal y la sostenibilidad agrícola (Quituisaca, 2023).

7.5. Compostaje

Es un proceso donde la materia orgánica se degrada desprendiendo calor, el mismo que surge por la acción microbiana, esto hace que este proceso pase por diferentes etapas comenzando por una fase mesófila para luego pasar a una fase termófila y por último volver a una etapa mesófila esto ocurre durante el tiempo de maduración del compost (Morales & Rocha, 2019).

7.5.1. Tipos de Tecnologías de Compostaje

De acuerdo con Cueto (2021) las tecnologías de compostaje han surgido como catalizadores fundamentales para la transición hacia prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Estos innovadores métodos abarcan desde soluciones domésticas hasta sistemas industriales avanzados y tecnologías emergentes, Entre algunas de las tecnologías más relevantes se comparten las siguientes:

- **Compostaje Doméstico:** Método de compostaje a pequeña escala realizado en hogares o comunidades, donde los residuos orgánicos, como restos de cocina y material vegetal, se descomponen en compost de alta calidad mediante procesos controlados (Sepúlveda et al., 2021)
- **Compostaje Aeróbico Industrial:** Tecnología de compostaje a gran escala que utiliza procesos aeróbicos, con la aplicación controlada de oxígeno, para acelerar la descomposición de grandes volúmenes de residuos orgánicos en instalaciones industriales, generando compost de calidad (Acosta & Marquínez, 2024).
- **Compostaje In Situ con Biodigestores:** Tecnología emergente que utiliza biodigestores para el compostaje in situ de residuos orgánicos en entornos urbanos. Este método transforma los desechos en biogás y compost de manera descentralizada, proporcionando soluciones eficientes en espacios limitados (Espinosa, 2021).
- **Compostaje de Lombrices (Vermicompostaje):** Proceso biológico en el que las lombrices descomponen los residuos orgánicos, convirtiéndolos en vermicompost, un fertilizante natural rico en nutrientes. Este método es eficiente, especialmente para residuos de cocina (Cedeño et al., 2023).
- **Compostaje de Pilas o Lechos Controlados:** Técnica de compostaje aeróbico que implica la creación de pilas o lechos controlados de residuos orgánicos. Este método gestiona eficientemente grandes volúmenes de material biodegradable, permitiendo un control preciso de la descomposición (Columba, 2023).
- **Compostaje en Tambor:** Proceso de compostaje a pequeña escala que utiliza tambores rotativos para mezclar y airear los residuos orgánicos. Esta tecnología facilita la descomposición rápida y eficiente, siendo ideal para uso doméstico (Coronel & Ramón, 2022).
- **Compostaje Anaeróbico:** Proceso de descomposición de residuos orgánicos sin la presencia de oxígeno. Aunque menos común en comparación con el compostaje aeróbico, el compostaje anaeróbico produce biogás como subproducto (Morales & Rocha, 2019).

7.5.2. Característica de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida Savigny*)

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida Savigny*), del orden Annelida clase Oligochaeta y familia Lumbricidae, ayuda al mejoramiento del suelo y aumentar la fertilidad gracias a su aporte de nitrógeno, fósforo y azufre, además aporta materia orgánica digerida y excretada utilizada como abono de origen orgánico útil para las plantas. Es hermafrodita incompleta por

lo que no puede autofecundarse necesitando de otro individuo, para lograrlo se produce una cápsula que eclosiona después de 17 a 21 días, naciendo hasta 20 lombrices (Vásquez, 2023).

Según (Rea & Fernandez, 2018) la lombriz a través de su boca, succiona los alimentos que necesita en su nutrición, es sensible a la radiación solar ya que las puede llegar a matarlas al poco tiempo de su exposición. Presenta un cuerpo cilíndrico y anillado recubierta de una delgada capa conocida como cutícula, su longitud puede ser de 6 a 8 cm y un diámetro de hasta 5 mm, su color puede variar desde blanco a rosa y en su adultez son de color rojo oscuro. Su respiración la realiza a través de la epidermis, por lo que la cutícula debe mantenerse húmeda.

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Savigny) es la más empleada para la utilizada en la producción de humus, ya que se adapta mejor a condiciones de cautiverio evitando abandono de lechos o construcción de galerías verticales, su alta capacidad reproductiva favorece un alto número de lombrices en un reducido espacio (Vásquez, 2023).

7.5.2.1. Características del compost por lombrices

Para Cedeño et al. (2023) el compost por lumbricultura es esencial en la agricultura sostenible debido a sus múltiples beneficios para el suelo y las plantas. Al ser de origen natural, estos abonos mejoran la estructura del suelo, incrementan su capacidad de retención de agua, aireación, y promueven la actividad de microorganismos beneficiosos. A continuación, en la tabla se muestra las características del compost por lombrices.

Tabla 4. *Características del compost por lombrices.*

Característica	Valor
Materia orgánica	30 %
Humedad	30 – 40%
Nitrógeno (N) total	0.5 -1,5%
Nitrógeno orgánico (Nor)	0.4 – 1,2%
Fósforo (P ₂ O ₅) total	0.5, – 1%
Potasio (K ₂ O) total	0.5 – 1,5%
Calcio (CaO) total	2 – 4%
Óxido de magnesio (MgO) total	0.5 – 2%

Ácidos húmicos totales	6 - 8%
Carbono orgánico	10 – 18%
Densidad mg/L	0.7 kg/L
Microorganismos rizosféricos	20.000 – 40,000 mil.ufc/g
Pureza	El 90 % de las partículas pasa por la malla de 25 mm
Escherichia coli	<3 NMP/g
pH	7.5 – 9

Nota: En la tabla 4 se muestra las características del compost por lombriz, esenciales para la sostenibilidad del suelo. Información adaptada a partir de (González, 2024).

7.5.3. Compost a base de Enzimas

En la vanguardia de las prácticas agrícolas sostenibles, el uso de compost a base de enzimas provenientes de la leche ha emergido como una técnica innovadora y eficaz para mejorar la calidad del suelo y potenciar el rendimiento de los cultivos. Estas enzimas, derivadas de la leche, aportan una variedad de beneficios al suelo agrícola al promover la descomposición de materia orgánica, facilitar la absorción de nutrientes y estimular la actividad microbiológica (Zambrano & Guzmán, 2021).

La descomposición de residuos orgánicos en el suelo, liberando nutrientes esenciales que las plantas pueden absorber más fácilmente. Este proceso fortalece la resistencia de las plantas a enfermedades y mejora su capacidad para resistir condiciones ambientales adversas. Además, el compost basado en enzimas lácteas puede ser una opción atractiva para los agricultores que buscan métodos naturales y orgánicos para mejorar la salud del suelo y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de sus operaciones (Martínez & Suarez, 2022).

7.5.3.1 Enzimas de la leche que facilitan el compost

- Bacillus

Los bacilos, pertenecientes al grupo de bacterias grampositivas, son organismos naturalmente presentes en el suelo y desempeñan un papel esencial en la descomposición de la materia orgánica. Su presencia en procesos como la descomposición de la leche destaca su versatilidad y adaptabilidad a diversos entornos. Estas bacterias, específicamente del género Bacillus, son

fundamentales en el proceso de compostaje, contribuyendo significativamente a la reducción de residuos orgánicos y a la formación de compost, un valioso recurso para mejorar la fertilidad del suelo (Ballardo et al., 2020).

Aunque para Zhang et al. (2021) la producción tradicional de estos bacilos implica la fermentación sumergida, ha surgido una alternativa innovadora: la fermentación en estado sólido. Esta metodología emergente presenta ventajas en términos de eficiencia y manejo, ofreciendo nuevas perspectivas para la obtención de estos microorganismos beneficiosos en el contexto del compostaje y la gestión sostenible de residuos orgánicos.

7.5.3.2. Enzimas de la levadura de cerveza que facilitan el compost

Las enzimas de la levadura de cerveza desempeñan un papel crucial en el proceso de compostaje al acelerar la descomposición de la materia orgánica. Estas enzimas, principalmente amilasas, proteasas y lipasas, actúan descomponiendo los componentes complejos de los residuos orgánicos en sustancias más simples que son más fácilmente degradables por microorganismos presentes en el compost (Burini et al., 2021).

Las amilasas convierten los almidones en azúcares simples, las proteasas descomponen las proteínas en aminoácidos y las lipasas transforman las grasas en ácidos grasos y glicerol. Este proceso de degradación enzimática facilita la acción de bacterias y hongos, lo que acelera la conversión de la materia orgánica en humus, un componente esencial del compost que mejora la fertilidad del suelo. Además, las enzimas de la levadura de cerveza contribuyen a la estabilización del compost. Al descomponer rápidamente los materiales orgánicos, ayudan a reducir los malos olores y la atracción de plagas que a menudo acompañan al compostaje. La acción enzimática también libera nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, en formas más accesibles para las plantas. Esto resulta en un compost de mayor calidad, con un equilibrio nutricional que beneficia el crecimiento y la salud de las plantas cuando se utiliza como enmienda del suelo (Rivera et al., 2020).

7.5.3.3. Características del compost enriquecido con enzimas

Según Mena et al. (2018) el compost enriquecido por enzimas ha mostrado beneficios notables. Las enzimas, actuando como catalizadores biológicos, son clave en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica, convirtiéndola en nutrientes fácilmente aprovechables por las plantas. En la tabla 5 se muestra algunas características sobre el compost a partir de enzimas.

Tabla 5. *Características del compost enriquecido a partir de enzimas.*

Características	Descripción
Mejora de la Descomposición	Las enzimas aceleran la descomposición de materia orgánica, haciendo que los nutrientes sean más rápidamente disponibles para las plantas.
Aumento de la Actividad Microbiana	Las enzimas estimulan la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo, mejorando su estructura y fertilidad.
Liberación de Nutrientes	Facilitan la liberación de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, en formas que las plantas pueden absorber más fácilmente.
Reducción de Patógenos	Algunas enzimas pueden inhibir el crecimiento de patógenos en el suelo, contribuyendo a un ambiente más saludable para las plantas.
Mejora de la Estructura del Suelo	Contribuyen a la mejora de la textura y estructura del suelo, aumentando la retención de agua y aireación.
Sostenibilidad Ambiental	Al ser productos naturales, reducen la necesidad de fertilizantes químicos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles.

Nota: En la tabla muestra las características del compost a partir de enzimas, destacando sus beneficios para el suelo y el crecimiento de las plantas. Información adaptada a partir de (Quituisaca, 2023).

7.5.3.4. Proceso para la Elaboración del Abono a base de Enzimas

La producción de abono a base de enzimas surge como un método innovador y sostenible en el ámbito agrícola, ofreciendo una alternativa eficaz a los métodos tradicionales de fertilización. Este proceso implica la utilización de enzimas, particularmente aquellas derivadas de la leche, para potenciar la calidad del suelo y promover un ambiente propicio para el crecimiento de cultivos (Guzmán, 2019).

A continuación, según se procede a detallar el proceso para la creación de este abono a base de enzimas:

Materiales necesarios:

- Leche: Preferiblemente suero de leche o leche sin procesar.
- Azúcar: Puede utilizarse para potenciar la actividad enzimática.
- Contenedor: Un recipiente limpio y no metálico para realizar la mezcla.
- Agua: Para diluir la leche y crear una solución fermentada.
- Tela o papel permeable: Para cubrir el contenedor y permitir la circulación del aire.

Pasos:

a. Mezcla de ingredientes

En el contenedor, combina la leche con agua en una proporción de aproximadamente 1:10. Se puede ajustar la cantidad según las necesidades, pero es importante no diluir demasiado la leche. Si es el caso, se puede agregar una pequeña cantidad de azúcar para estimular la actividad enzimática.

b. Cubrimiento del contenedor

Cubrir el contenedor con una tela o papel permeable para permitir la entrada de oxígeno y la salida de dióxido de carbono. Esto crea un entorno propicio para la fermentación.

c. Fermentación

Dejar que la mezcla repose en un lugar cálido y oscuro durante varios días. La duración puede variar, pero se recomienda un período de fermentación de al menos una semana. Durante este tiempo, las enzimas presentes en la leche iniciarán el proceso de descomposición y fermentación.

d. Filtrado

Después de completar el período de fermentación, se filtra la mezcla para separar los sólidos y obtener un líquido enriquecido con enzimas lácteas.

e. Almacenamiento

Transferir el líquido resultante a un recipiente de almacenamiento. Es posible diluirlo con agua si es necesario, dependiendo de la concentración deseada.

f. Uso como abono

Utilizar el líquido obtenido como abono orgánico para las plantas. Puedes diluirlo aún más con agua antes de aplicarlo al suelo alrededor de tus cultivos. Este abono aportará nutrientes y estimulará la actividad microbiológica en el suelo, mejorando su salud y fertilidad.

7.6. MARCO LEGAL**7.6.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR****Sección Segunda****Ambiente Sano**

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Capítulo Noveno**Responsabilidades**

Art. 83,- Numeral 6 Establece que son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, el respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Capítulo Cuarto**Régimen de competencias**

Art. 264.- Numeral 4 Establece que los gobiernos municipales tienen, entre varias competencias exclusivas, prestar entre otros servicios públicos, el manejo de desechos orgánicos.

TITULO VI**RÉGIMEN DE DESARROLLO****Capítulo primero****Principios Generales**

Art. 276.-Numeral 4 Señala que el régimen de desarrollo tendrá entre otros los siguientes objetivos: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

7.6.2. CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)

Sección Tercera

Cuidado e Inventario de los Bienes

Art. 431.- De la gestión integral del manejo ambiental. - Los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.

7.6.3. CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA)

CAPÍTULO II

DE LAS FACULTADES AMBIENTALES DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS

Art. 27.- Numeral 6. Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos.

Numeral 7. Generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda.

Título V

Gestión Integral De Residuos Y Desechos

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 224.- Objeto. La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental.

Art. 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y

formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:

1. El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente;
2. El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos;
5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación;
9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final;

Art. 226.- Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad: 1. Prevención; 2. Minimización de la generación en la fuente; 3. Aprovechamiento o valorización; 4. Eliminación; y, 5. Disposición final. La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio.

7.6.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA (TULSMA)

SECCIÓN I

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y/O DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Art. 57.- Establece como responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, las siguientes:

- b)** Promover y coordinar con las instituciones gubernamentales, no gubernamentales y empresas privadas, la implementación de programas educativos en el área de su competencia, para fomentar la cultura de minimización de generación de residuos, separación en la fuente, recolección diferenciada, limpieza de los espacios públicos, reciclaje y gestión integral de residuos.

- c) Garantizar que en su territorio se provea un servicio de recolección de residuos, barrido y limpieza de aceras, vías, cunetas, acequias, alcantarillas, vías y espacios públicos, de manera periódica, eficiente y segura para todos los habitantes.
- e) Elaborar ordenanzas para el manejo de residuos y/o desechos sólidos, las mismas que deberán ser concordantes con la política y normativa ambiental nacional, para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y de los residuos que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.
- j) Garantizar una adecuada disposición final de los residuos y/o desechos generados en el área de su competencia, en sitios con condiciones técnicamente adecuadas y que cuenten con la viabilidad técnica otorgada por la Autoridad Ambiental competente, únicamente se dispondrán los desechos sólidos no peligrosos, cuando su tratamiento, aprovechamiento o minimización no sea factible.

7.6.5. ACUERDO MINISTERIAL No. 061

PARÁGRAFO I

DE LA GENERACIÓN

Art. 60. Del Generador. - Todo generador de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos debe:

- a) Tener la responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección y depositados en sitios autorizados que determine la autoridad competente.
- b) Tomar medidas con el fin de reducir, minimizar y/o eliminar su generación en la fuente, mediante la optimización de los procesos generadores de residuos.
 - a) Realizar separación y clasificación en la fuente conforme lo establecido en las normas específicas.
 - d) Almacenar temporalmente los residuos en condiciones técnicas establecidas en la normativa emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

PARÁGRAFO II

DE LA SEPARACIÓN EN LA FUENTE

Art. 62 De la separación en la fuente. - El generador de residuos sólidos no peligrosos está en la obligación de realizar la separación en la fuente, clasificando los mismos en función del Plan Integral de Gestión de Residuos, conforme lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTA CIENTÍFICA

¿El desarrollo del sistema de gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”, permitirá disminuir los niveles de contaminación?

Si, debido a que se generará conciencia ambiental en los comerciantes del mercado gracias a la práctica e inducción de métodos y actividades establecidas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos, siendo quienes realizan la correcta clasificación y recolección, permitiendo reutilizar los mismos mediante un sistema aprovechamiento para la obtención de abonos orgánicos aptos para el uso agrícola contribuyendo así a la agricultura sostenible dentro de la localidad.

La implementación de un sistema de gestión adecuado induce la aparición de cambios positivos en la planificación, ejecución, revisión y mejora en las áreas y secciones de comercialización con mayor producción orgánica, desde la separación en la fuente, la recolección, transporte, tratamiento y la disposición final eficiente de los residuos orgánicos. Promoviendo la educación y concientización ambiental entre los comerciantes minimizando la acumulación de residuos orgánicos no aprovechados y evitando la contaminación del entorno urbano.

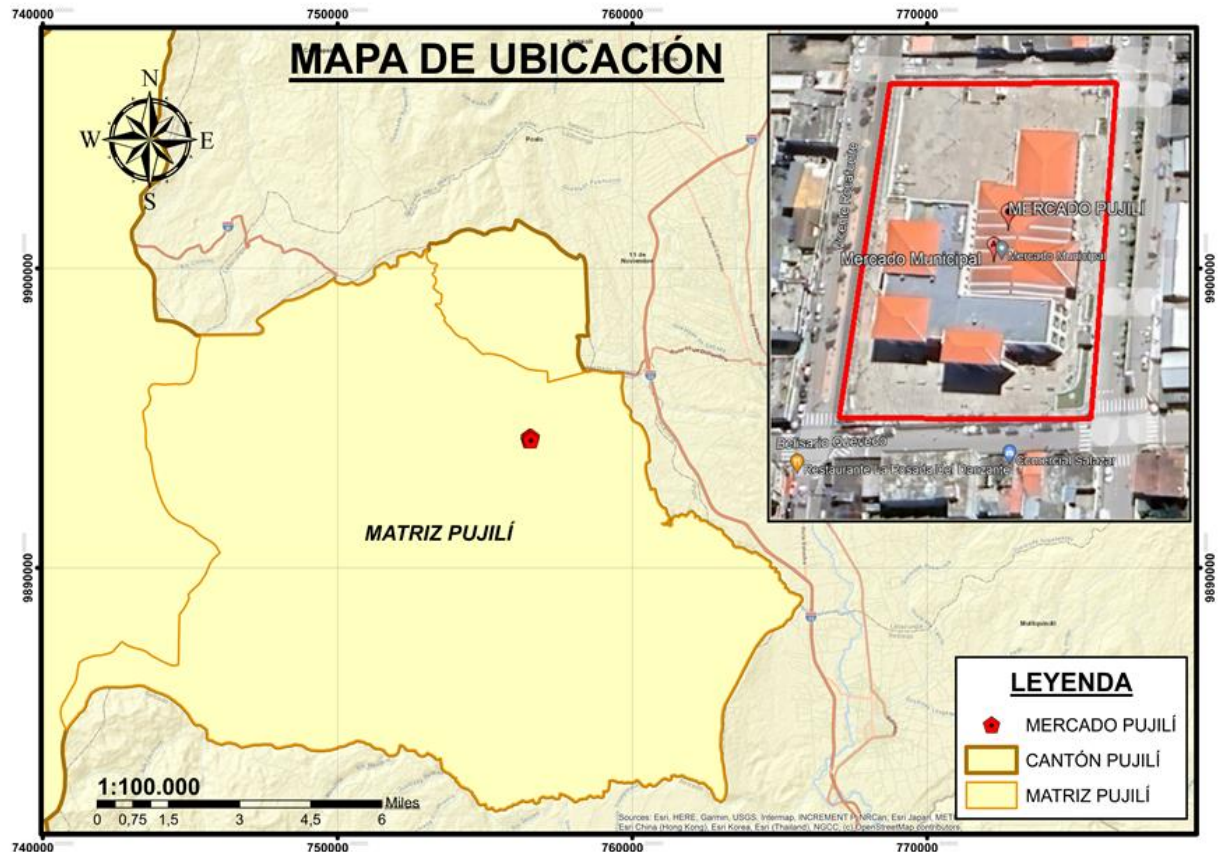
9. METODOLOGÍA

9.1. Área de Estudio

El proyecto se desarrolló específicamente en el Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”, perteneciente al cantón Pujilí, ubicado entre las coordenadas; zona 17S 0756496 9894279 UTM, a una altitud de 2966 msnm. Se encuentra situado entre las calles, Av. Juan Salinas y Belisario Quevedo al sureste del Terminal Terrestre del cantón Pujilí.

Este funciona comercialmente de lunes a domingo de 8:00 am a 7:30 pm, donde se comercializan productos de primera necesidad como; arroz, fideo, azúcar, lenteja, aceite, jabón, en el área de abarrotes. Comidas típicas; hornado, mote con chicharrón, yaguarlocro, fritada, caldo de gallina en el patio de comidas. Además de carnes de todo tipo, así como también un sin número de productos orgánicos aprovechables en el área de frutas, verduras, legumbres y hortalizas.

Figura 1. Mapa de Ubicación del Área de estudio.



Nota: La figura muestra la ubicación geográfica del Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”.

9.2. Tipo de Investigación

El proyecto se realizó bajo los parámetros de un tipo de investigación de campo, cualitativa y descriptiva, con el fin de lograr alcanzar los objetivos planteados mediante la implementación de diversas técnicas, métodos e instrumentos de investigación y varias herramientas para la obtención de la información necesaria para la ejecución de la solución ante la problemática presentada en el mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”, debido al mal manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos dentro de este establecimiento.

9.2.1. Investigación Documental

Se recopiló información de tipo conceptual de diferentes fuentes y autores sobre la temática de estudio, repositorios universitarios, proyectos de tesis, revistas y artículos científicos, esto permitió obtener el conocimiento práctico y teórico necesario para establecer el sistema de aprovechamiento propuesto para los residuos sólidos orgánicos generados dentro del mercado.

9.2.3. Investigación de Campo

Esta investigación facilitó la recopilación de datos conforme a los objetivos de la investigación, incluyendo la observación in situ y la caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados dentro del mercado, específicamente en dos áreas de mayor generación; “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” y “Alimentos Preparados”. Para ello, se utilizó una encuesta que proporcionó la información necesaria para el diagnóstico de la situación actual ante el manejo de estos residuos, que fue complementada con los datos obtenidos del pesaje de los residuos orgánicos durante siete días. Esta investigación posibilitó la observación directa de la problemática en el sitio, utilizando como unidades de observación las dos áreas seleccionadas.

9.2.4. Investigación Cualitativa

Mediante el enfoque cualitativo, se logró determinar las características de los tipos de residuos, el porcentaje en que se generan y la producción per cápita diaria del material orgánico generado por cada comerciante en las secciones del mercado de mayor interés, mismos que no estaban siendo aprovechados correctamente debido al mal manejo dentro del establecimiento.

9.2.5. Investigación Descriptiva

A través de esta investigación se conoció la situación actual del mercado, así como también el uso que le dan los comerciantes a los residuos sólidos orgánicos generados diariamente en las dos áreas seleccionadas y sus puestos de trabajo. Además de analizar diversos aspectos relacionados como su correcta, separación, clasificación y recolección, de acuerdo al tipo y características principales explorando diferentes puntos de vista de los comerciantes del mercado en relación con la gestión integral propuesta para su aprovechamiento.

9.3. Métodos

9.3.1. Método Deductivo

Permitió recolectar datos en función de los objetivos de la investigación, donde se emplearon técnicas como la observación in situ y la caracterización de los residuos orgánicos generados dentro del mercado. Para la obtención de datos y la realización del diagnóstico se utilizó una encuesta, una vez finalizada la recolección de la información derivada del pesaje de los residuos orgánicos al cabo de siete días consecutivos. Esta investigación facilitó la observación directa de la problemática en el sitio.

9.3.2. Método Inductivo

Facilitó la recopilación de datos a partir de observaciones directas para comprender el problema investigado, donde se emplearon técnicas como la observación in situ y la caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados para su correcta separación y manejo, ante la ejecución posterior del sistema de aprovechamiento propuesto.

9.3.4. Método del cuarteo

Este método sirvió para conocer las características y porcentajes de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado según su tipo (frutas, verduras, legumbres y hortalizas). Además, de estudiar la composición general del estrato, el porcentaje del material orgánico que más se genera en el mercado, la fracción del material inorgánico que no está siendo aprovechado, y la cantidad de material inservible, según establece Moreno (2020). Con la muestra de 50 kg los residuos sólidos orgánicos fueron separados en cuatro cuartiles o partes iguales (A, B, C, D), para después eliminar dos cuartiles de las cuatro iniciales en sentido diagonal (A, D o B, C). Posteriormente se clasificaron los residuos de los dos cuartiles seleccionados según el tipo de residuo para finalmente pesarlos individualmente obteniendo así la fracción de cada uno de ellos, trayendo como resultado la determinación del porcentaje de cada uno de los residuos orgánicos recolectados a lo largo de los siete días del pesaje manual.

Fórmula:

$$\text{Residuo (\%)} = \frac{\text{Peso del tipo de residuo (Kg)} * 100}{\text{Peso de la muestra kg}}$$

El método se implementó tras llevar a cabo el pesaje manual de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado durante siete días. La norma mexicana estipula la preparación de muestras representativas del área o estrato socioeconómico de estudio, las cuales se utilizarán para aplicar las normas mexicanas que complementan el método. Para la aplicación práctica de la norma mexicana NMX-AA-015, se colaboró con el Departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal del cantón Pujilí para definir el espacio necesario que cumpla con los requisitos establecidos en dicha norma. Esta norma específica que para realizar el cuarteo se necesitan: muestras (residuos), la participación de al menos dos personas, un lugar adecuado (suelo revestido, ventilación adecuada y cubierta) para mantener las muestras en su estado natural y evitar su contaminación, además de los equipos y aparatos necesarios. Este método fue aplicado al finalizar el pesaje manual de los residuos sólidos orgánicos tras los siete días establecidos,

en las instalaciones del Vivero Forestal del GAD Municipal del cantón Pujilí, ubicado en el sector “Cuatro Esquinas”.

9.3.5. Método de recolección de los residuos sólidos orgánicos en las secciones de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” y “Alimentos preparados”.

Como primer punto, con un día de anticipación se realizó la entrega de fundas de color verde a los todos los comerciantes pertenecientes a las dos áreas seleccionadas dentro del mercado; “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas”, y “Alimentos preparados”. Estas fundas fueron destinadas para la recolección y ejecución del primer filtro de separación de los residuos orgánicos por parte de los comerciantes. El lunes 20 de mayo de 2024, comenzó con la ejecución de esta línea de recolección de residuos ya establecida, recogiendo las fundas de color verde en cada uno de los puestos comerciales de las dos secciones definidas a las 2:30 pm. Posteriormente se ejecutaba la clasificación y pesaje in situ de los residuos sólidos orgánicos en la zona de “Carga y descarga”, que se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del mercado, buscando separar cualquier desecho no aprovechable que se encuentre mezclado con la materia orgánica (papel, cartón, plásticos, vidrio, huesos, etc). El pesaje se realizó mediante el uso de una balanza de romanilla o balanza de mano, con la cual se obtuvieron datos en kilogramos, pertenecientes a la materia orgánica producida diariamente en las dos áreas de mayor generación dentro del mercado.

Después se procedió al transporte de la materia orgánica ya clasificada hacia las camas de compostaje, todos los días a las 4:30 pm, con la colaboración de una mini volqueta municipal. Finalmente, el material orgánico recolectado a diario fue depositado consecutivamente dentro de la cama de compostaje, donde se le dio disposición final temporal para la ejecución del sistema de aprovechamiento de residuos establecido. Dividiendo el material en dos tipos “residuos provenientes de frutas y verduras” y “residuos de legumbres y hortalizas”; mismos donde implementaron agentes que aceleren el proceso de descomposición para la producción del abono orgánico; Lombrices californianas y enzimas presentes en la leche, melaza y levadura de cerveza.

9.3.6. Pesaje Manual

El pesaje de los residuos sólidos orgánicos mediante este método se llevó a cabo durante un periodo de siete días laborables dentro de las instalaciones del mercado, iniciando en la fecha; lunes 20 de mayo de 2024, hasta el domingo 26. El pesaje se ejecutó de manera sistemática diariamente en un horario fijo establecido 2:30 pm, con la utilización de la balanza de romanilla.

Esto permitió la obtención de datos más reales y representativos que fueron utilizados para el cálculo de la generación per cápita diaria de residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado.

9.3.7. Producción Per Cápita

Para calcular la producción per cápita diaria, semanal y mensual se aplicaron las siguientes fórmulas estadísticas que permitieron estimar la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados dentro del mercado, en las secciones de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas”, y “Alimentos preparados”.

Fórmula PPC Diaria:

$$PPC \left(\frac{Kg}{\text{comerciante. día}} \right) = \frac{\text{Peso diario de Residuos Sólidos Orgánicos (Kg)}}{\text{Número de comerciantes}}$$

Fórmula PPC Semanal:

$$PPC \left(\frac{Kg}{\text{comerciante. semana}} \right) = \frac{\text{Peso semanal de Residuos Sólidos Orgánicos (Kg)}}{\text{Número de comerciantes}}$$

Fórmula PPC Mensual:

$$PPC \left(\frac{Kg}{\text{comerciante. mes}} \right) = PPC \text{ Semanal} \left(\frac{Kg}{\text{comerciante. semana}} \right) \cdot 4$$

9.3.8. Métodos utilizados para la elaboración del abono orgánico en el sistema de Aprovechamiento.

Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado, se realizó la implementación de dos procesos de compostaje diferentes. La descomposición de la materia orgánica a través de lombricultura y, el uso de enzimas derivadas de la leche entera, la melaza y la levadura de cerveza para acelerar el proceso de descomposición de los residuos. Estos procesos se implementaron después de realizado el método del cuarteo direccionado a cualificar el tipo de residuo más generado en el área de estudio. Primero, se dividió la muestra general de los residuos sólidos orgánicos recolectados a lo largo de los siete días de pesaje en dos montones diferentes, con el fin de crear dos tipos de abono orgánico. La primera submuestra se caracterizó por poseer residuos orgánicos procedentes de legumbres y hortalizas que son el tipo de residuo que se genera en mayor cantidad dentro de este mercado. Por otro lado, la segunda submuestra recogió todos los residuos provenientes de frutas y verduras en general. Una vez realizada la separación de los residuos orgánicos en los dos tipos, se dio una disposición final de los mismos

en las camas de compostaje para el posteriormente adicionar los organismos y productos necesarios determinados para acelerar el proceso de descomposición del material orgánico.

Para el proceso de compostaje de los residuos sólidos de legumbres y hortalizas se adiciono a la materia orgánica dos tarrinas de lombrices de tierra californianas, y se mantuvo en monitoreo constante, teniendo en cuenta varios parámetros y condiciones de humedad, temperatura, y aireación del material orgánico semanalmente teniendo en cuenta que esos son factores importantes que determinan el lapso de tiempo necesario para descomponer los residuos y generarse el abono orgánico (Lema & Vega, 2024). Estos organismos tuvieron gran relevancia en el proceso de descomposición de la materia orgánica y su transformación, dado que agilizaron la obtención del producto final en menos tiempo a través de la digestión de los residuos orgánicos generando humus de lombriz, que aporta significativamente a la calidad del suelo. De la misma forma, el proceso de compostaje desarrollado a través de enzimas derivadas de la leche, la melaza y la levadura de cerveza, se desarrolló de manera sistemática y controlada, teniendo en cuenta la humedad del material orgánico y la aireación necesaria del mismo para su descomposición. Ante ello se realizaba el humedecimiento de la materia orgánica cada tres días, con la adición de 3 litros de leche entera y melaza, además de 250 gramos de levadura de cerveza, por un lapso continuo de 3 semanas y media (Acosta & Marquínez, 2024). Estas enzimas fueron fundamentales para acelerar considerablemente la descomposición de la materia orgánica, actuando como catalizadores solubles que facilitan la degradación rápida del material, proceso esencial para la producción del compost orgánico.

9.4. Técnicas e instrumentos

9.4.1. Técnica de observación directa

Mediante esta técnica se identificó cómo se lleva a cabo el manejo de los residuos sólidos orgánicos dentro del mercado, además de visualizar qué tipo de residuos son los que más se generan dentro de las instalaciones, y reconocer si existe un sistema de recolección y manejo adecuado propuesto.

9.4.2. Técnica de la Encuesta

Se desarrolló con base a un cuestionario de diez preguntas para diagnosticar la causa de la problemática actual ante el manejo inadecuado de residuos sólidos orgánicos por parte de los comerciantes. Esto permitió obtener datos relevantes para conocer el nivel de conocimiento de

los individuos ante la separación, clasificación y aprovechamiento de los residuos orgánicos y las falencias existentes en cuanto a la adopción de buenas prácticas ambientales.

9.4.3. Técnica de muestreo para los abonos producidos

Se utilizó una técnica de recolección manual en el campo, donde se tomó una muestra de 550 g previamente tamizada de cada abono orgánico, mediante la utilización de una balanza de romana; Muestra 1: “Abono orgánico enzimas”; Muestra 2: “Abono orgánico lombricultura”. Estas muestras fueron recolectadas y etiquetadas en dos fundas con cierre hermético, para evitar la interferencia de agentes externos que puedan conllevar a la obtención de errores en el análisis de laboratorio. Posteriormente, se etiquetaron con el número de muestra, el tipo de abono, la fecha y hora de empaquetado. Además, de las coordenadas geográficas del sitio donde fueron tomadas antes de su envío al laboratorio hacia el laboratorio acreditado.

9.5. Materiales e instrumentos

9.5.1. Cuestionario de Encuesta

Se implementó una encuesta de diez preguntas a los comerciantes del mercado en las dos áreas seleccionadas, misma que jugó un papel fundamental en la obtención de información sobre las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos dentro del mercado, además de determinar el conocimiento de los comerciantes ante la situación actual en la gestión de los residuos y cuál es su perspectiva en relación a este tema a futuro. Esta encuesta fue validada por tres expertos de la carrera con conocimientos sobre sostenibilidad ambiental de acuerdo a varios criterios en relación con el contenido del instrumento y su relación con el objetivo del estudio. Ver Anexo 3 y 4.

9.5.2. Software Microsoft Excel 2016

Se utilizó para analizar los datos obtenidos en la encuesta a los 50 comerciantes del mercado en la sección de “Frutas, verduras, legumbres, hortalizas” y “Alimentos preparados”, misma que jugó un papel fundamental en la obtención de información sobre las prácticas actuales en el manejo de los residuos orgánicos. Además, en el cálculo de la producción per cápita diaria, semanal y mensual para la caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados en mayor porcentaje. En específico, mediante este instrumento se evaluó estadísticamente los datos obtenidos en cada fase, se elaboró figuras para la interpretación de resultados y se determinó valores de interés que ayudaron al análisis e interpretación de los datos obtenidos en la ejecución de los objetivos planteados.

Tabla 6. *Materiales e instrumentos utilizados en el desarrollo del proyecto.*

Instrumentos	Materiales
-Libreta de campo	-Guantes de látex corrugado
-Software Microsoft Exel 2016	-Overol de trabajo
-Cuestionario de la Encuesta	-Botas de caucho
-Balanza de Romanilla 30 kg.	-Fundas plásticas color verde 420 Uds.
-Palas Metálicas	-Leche cruda 10 L
-Mini Volqueta modelo (Chevrolet NQR)	-Levadura de cerveza 1000 g
-Bomba de Fumigar 20 L	-Melaza 20 L
-Cuchillos	-Tarrina de lombrices californianas 200 lombrices.
-Baldes	-Materia orgánica sólida (Residuos)
-Plástico Negro 10 m	recolectada (No huesos, restos de cárnicos)

Nota. En la siguiente tabla se muestran los materiales e instrumentos utilizados en el desarrollo del proyecto.

9.6. Población y Muestra

Al realizar la evaluación en la gestión de los residuos sólidos orgánicos dentro del mercado, se buscó emplear un muestreo proporcional teniendo en cuenta el cien por ciento de individuos que desempeñan labores comerciales dentro del establecimiento (150 personas). Donde de acuerdo con la identificación de las áreas con mayor generación de residuos sólidos orgánicos determinadas mediante las visitas in situ, se tomó en cuenta el número total de comerciantes pertenecientes a estas dos áreas. Sección de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas”, y “Alimentos Preparados”, presentando para el cálculo un total de 57 comerciantes, según la siguiente fórmula.

Fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot (1 - p)}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra

N : Tamaño de la población o universo

Z : Valor crítico para el (NC) nivel de confianza deseado (1,96 es igual al 95%)

p : Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (0,5)

E : Margen de error máximo (0,05 es igual al 5%).

Misma en la que se trabajó con el 95% de nivel de confianza (NC) y un margen de error máximo del 5%, considerando un número total de 57 comerciantes, obteniendo:

$$n = \frac{57 \cdot 1,96^2 \cdot (1 - 0,5)}{0,05^2 \cdot (57 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}$$

$$n = 50 \text{ comerciantes}$$

Obteniendo una muestra total de 50 comerciantes para el estudio, mismos que participaron en su ejecución desde la aplicación de la encuesta, hasta la separación y recolección de los residuos sólidos orgánicos para su posterior pesaje y caracterización, garantizando así la representatividad y fiabilidad de los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos orgánicos en el mercado.

Se determinó que los principales generadores de residuos, incluyendo una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos, son los comerciantes que operan dentro del mercado. Específicamente, aquellos dedicados a la comercialización en el área de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas”. La utilización inadecuada de los contenedores de almacenamiento temporal disponibles, junto con la carencia de educación en temas ambientales, contribuye significativamente a la dispersión, incorrecta separación y manejo ineficiente de los residuos orgánicos en la zona de estudio.

Además, se evidenció que los 150 comerciantes del mercado no disponen de recipientes específicos para la recolección y clasificación de residuos sólidos orgánicos, ya que solo cuentan con un único tacho de basura donde depositan todos los residuos sin ninguna

separación previa. En consecuencia, los comerciantes no clasifican adecuadamente los desechos, utilizando contenedores compartidos para materiales orgánicos e inorgánicos. Esto indica la necesidad de una intervención específica por parte del departamento de Control Ambiental y Desechos Sólidos del GAD Municipal, para mejorar la infraestructura y proporcionar a los comerciantes los implementos necesarios para el correcto manejo y separación de los residuos generados.

Durante los días de mayor actividad comercial, especialmente los miércoles y domingos, las observaciones in situ revelaron una gran afluencia de personas en el mercado, lo que resulta en una mayor cantidad y acumulación de residuos sólidos orgánicos debido a que son días feriados en la ciudad. Este patrón subraya la importancia de abordar la gestión y recolección de residuos sólidos en estos días para maximizar la eficacia de las soluciones propuestas.

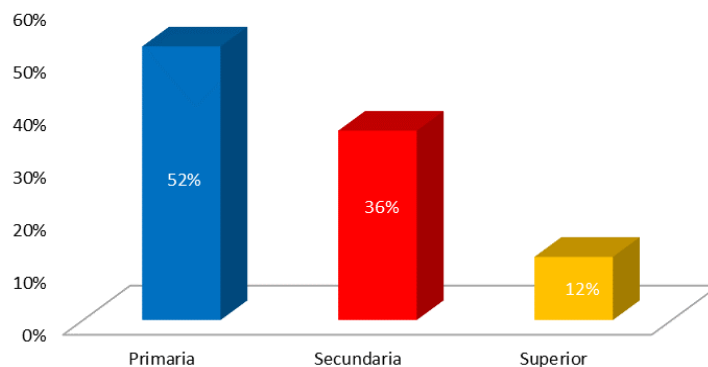
10.1.1. Resultado de las encuestas aplicadas a los comerciantes de las secciones de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” y “Alimentos preparados”.

Se aplicó la encuesta a los comerciantes del mercado en las dos áreas seleccionadas, de las cuales veintiséis corresponden a la sección de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas”, y veinticuatro a la sección de “Alimentos Preparados”.

Para ello, se elaboró un cuestionario de 10 preguntas cerradas de opción múltiple, mismas que fueron validadas por tres docentes de la carrera mediante una Ficha de Valoración de Expertos, tal y como se muestra en el Anexo 3. Posteriormente, se ejecutó la toma de la encuesta a los comerciantes mediante la visita in situ en cada puesto comercial. Ver Anexo 4.

PREGUNTA 1: ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACIÓN TIENE USTED?

Figura 2. Respuesta a la pregunta 1



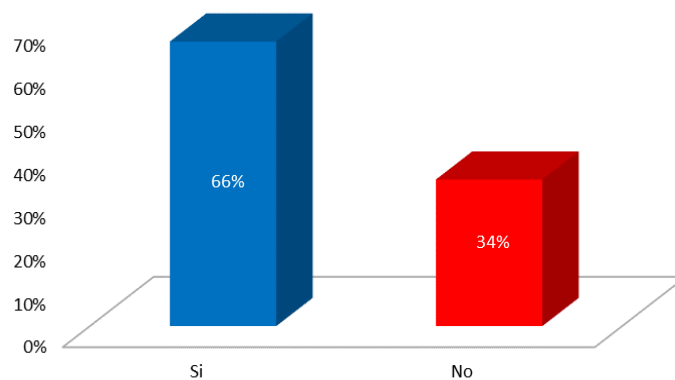
Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 1.

En la figura 2 se observa una significativa disparidad en los niveles de instrucción dentro del grupo analizado. El 52% de los encuestados indican poseer educación primaria, lo que confirma que la muestra ha alcanzado al menos este nivel educativo. Por otro lado, el 36% de los encuestados que tienen únicamente educación secundaria representan una proporción significativa con un nivel educativo más bajo. Finalmente, el 12% de los encuestados posee educación superior, lo cual constituye una minoría dentro de la muestra.

Esta cifra puede reflejar diversas realidades socioeconómicas y culturales, debido al hecho que el mayor porcentaje de la población encuestada solamente ha accedido a la educación primaria, por ello la falta de educación sobre temáticas ambientales y la correcta separación de los residuos conlleva al incremento de la problemática actual sobre el mal manejo de los residuos sólidos orgánicos que se da dentro del mercado.

PREGUNTA 2: ¿USTED CONOCE QUE SON LOS RESIDUOS ORGÁNICOS?

Figura 3. Respuesta a la pregunta 2



Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 2.

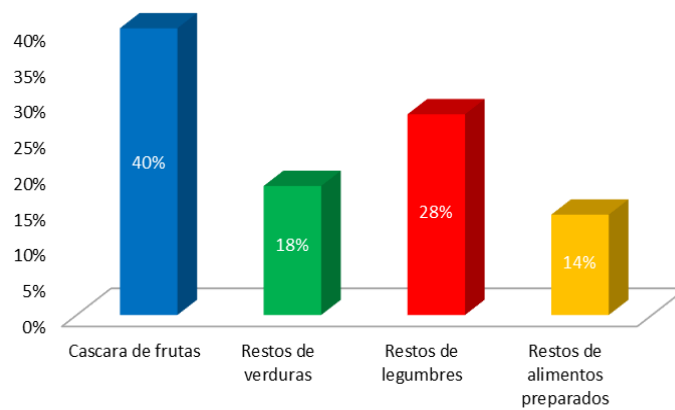
El análisis de los datos revela que el 66% de los comerciantes, afirmaron conocer qué son los residuos orgánicos. Este porcentaje indica un nivel considerable de conciencia sobre el tema entre los encuestados. Por otro lado, el 34% de los comerciantes respondieron negativamente, lo que sugiere que existe una porción no despreciable de la población que carece de conocimiento sobre los residuos sólidos orgánicos.

Debido a esto, el conocimiento sobre los residuos orgánicos entre los comerciantes es un indicador positivo, ya que este grupo juega un papel crucial en la gestión eficiente de los residuos dentro del mercado. No obstante, el hecho de que un 34% de los encuestados no conoce

qué son los residuos orgánicos subraya la necesidad de implementar programas educativos, capacitaciones, además de sensibilización a la población para mejorar el conocimiento en el manejo y separación de los residuos orgánicos aprovechables, incrementar la conciencia ambiental y fomentar prácticas adecuadas de gestión de residuos.

PREGUNTA 3: ¿EN SU NEGOCIO QUÉ TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PRODUCE?

Figura 4. Respuesta a la pregunta 3.



Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 3.

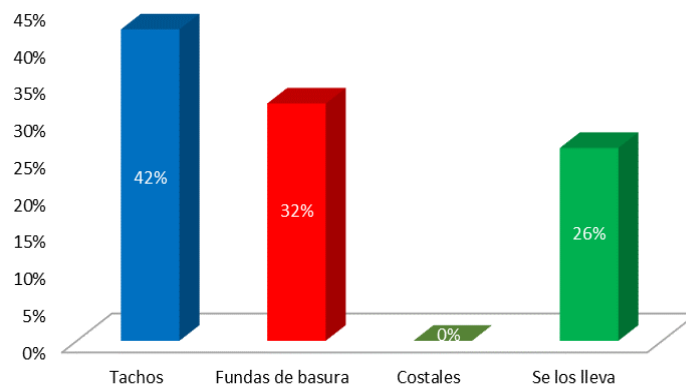
Se puede apreciar en la figura 4 que los residuos orgánicos más producidos es la cáscara de frutas, representando un 40% del total de respuestas. Este hallazgo sugiere que la venta de frutas es predominante entre los comerciantes encuestados, lo que se traduce en una generación considerable de este tipo de residuo. En segundo lugar, los restos de legumbres constituyen el 28%, lo que también refleja una actividad comercial que incluye la venta de productos frescos y un compromiso con la oferta de alimentos saludables. Por otro lado, los restos de verduras alcanzan un 18%, indicando que, aunque su generación es menor en comparación con las cáscaras de frutas y legumbres, sigue siendo relevante en el contexto de la producción de residuos orgánicos. Finalmente, los restos de alimentos preparados representan el 14% de los residuos generados. Este porcentaje es el más bajo entre las categorías analizadas, lo que puede sugerir que los comerciantes se enfocan más en la venta de productos frescos que en la preparación de alimentos dentro del establecimiento comercial.

Estos resultados destacan la importancia de desarrollar un sistema específico para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en el mercado. En particular, el alto

porcentaje de cáscaras de frutas y restos de legumbres sugiere oportunidades para implementar una línea de recolección y aprovechamiento permanente a través de métodos de compostaje que podrían ayudar a reducir la cantidad diaria de residuos generados que son enviados al relleno sanitario y promover prácticas más sostenibles.

PREGUNTA 4: ¿DÓNDE USTED DEPOSITA LOS RESIDUOS ORGÁNICOS QUE GENERA EN SU NEGOCIO?

Figura 5. Respuesta a la pregunta 4



Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 4.

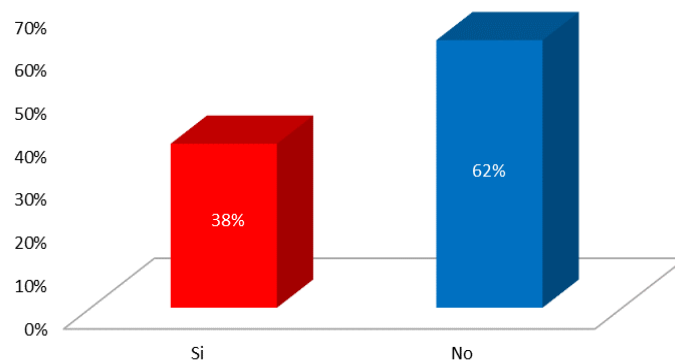
La figura 5 determina que el 42% de los comerciantes utiliza tachos para depositar los residuos orgánicos, lo que indica una práctica relativamente organizada en comparación con otras opciones. Esta tendencia sugiere un nivel de conciencia sobre la necesidad de una adecuada separación de residuos en el punto de generación. En segundo lugar, el 32% de los comerciantes utiliza bolsas de basura para desechar residuos, lo que plantea preocupaciones sobre la separación y el reciclaje de residuos orgánicos. Además, el 0% emplea costales, indicando una falta de adopción de esta práctica, a pesar de su utilidad para gestionar grandes volúmenes. Por último, un 26% de los comerciantes se lleva los residuos orgánicos que generan en su puesto de trabajo, lo que sugiere que estos realizan prácticas de reciclaje informales como la alimentación de animales domésticos (cerdos, ganado, etc).

Ante ello, estos resultados evidencian la necesidad de promover una gestión más estructurada de los residuos orgánicos dentro de las instalaciones del mercado. A pesar de que la mayoría de los comerciantes muestra una preferencia por el uso de tachos, el uso de fundas de basura y la baja utilización de costales indica que existen áreas que requieren mayor atención. Por lo que,

es fundamental implementar campañas de sensibilización y educación que fomenten el uso de métodos más efectivos para el manejo de residuos orgánicos, incentivando la separación y disposición adecuada para mejorar la sostenibilidad del mercado y minimizar el impacto ambiental.

PREGUNTA 5: ¿USTED CONOCE SI EN EL MERCADO SE REALIZA UNA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS ANTES DE SER DESECHADOS?

Figura 6. Respuesta a la pregunta 5



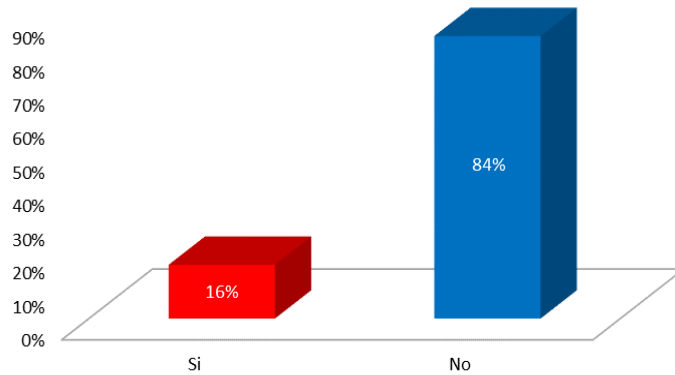
Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 5.

En la figura 6, el 38% de los encuestados afirma que antes de la implementación del presente proyecto si se llevaba a cabo la clasificación de residuos, mientras que un 62% no tiene conocimiento de esta práctica.

Este hallazgo revela la consecuencia de la problemática actual debido a que en el mercado no se han implementado acciones encaminadas a la separación de los residuos sólidos orgánicos que pueden ser aprovechados, lo que pone de manifiesto la necesidad de establecer mecanismos claros y efectivos para la separación de residuos en el punto de generación. Por otro lado, la escasa proporción de comerciantes que reconocen la existencia de un sistema de clasificación implementado anteriormente limita su participación activa en iniciativas de sostenibilidad y gestión ambiental. Además, el hecho de que el 62% no esté al tanto de la existencia de una clasificación previa de los residuos antes de ser desechados, representa una valiosa oportunidad para implementar un sistema permanente de recolección, separación y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos que son generados dentro del establecimiento.

PREGUNTA 6: ¿USTED REALIZA ALGUNA PRÁCTICA DE REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS RECOLECTADOS EN SU NEGOCIO?

Figura 7. Respuesta a la pregunta 6



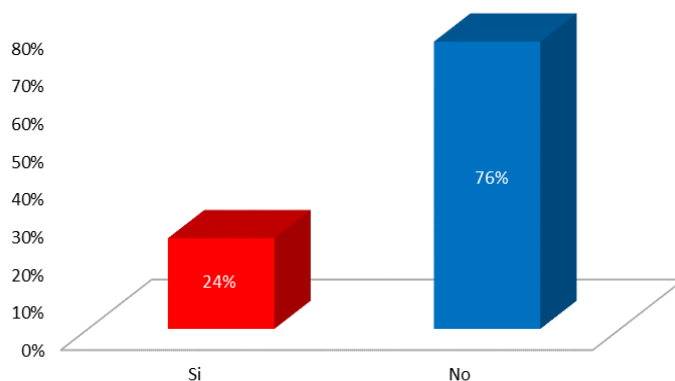
Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 6.

La figura 7 indica que solo el 16% de los encuestados reutiliza los residuos orgánicos en su negocio, mientras que el 84% no lo hace.

Esta baja adopción de prácticas sostenibles puede deberse a la falta de conocimiento sobre los beneficios y métodos de reutilización, la carencia de recursos e infraestructura, la ausencia de incentivos y políticas gubernamentales, y la resistencia al cambio hacia métodos más sostenibles, esto subraya la urgencia de fomentar la educación y sensibilización sobre la importancia de la reutilización de residuos orgánicos.

PREGUNTA 7: ¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS?

Figura 8. Respuesta a la pregunta 7



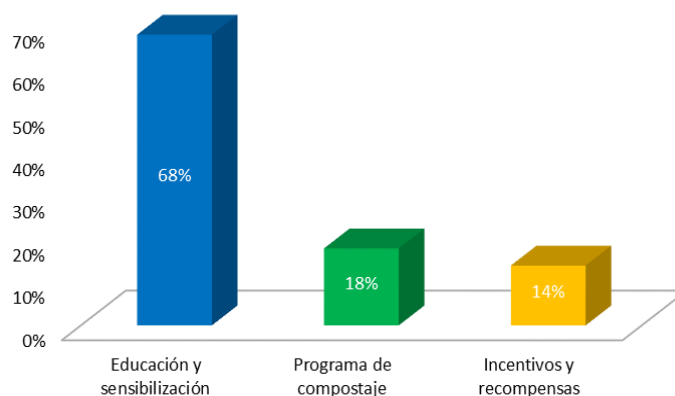
Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 7.

La figura 8 muestra que solo el 24% de los comerciantes ha recibido charlas sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos, mientras que el 76% no ha participado en estas actividades.

Esta baja participación revela una falta de iniciativas educativas que impide a los comerciantes implementar prácticas sostenibles y reconocer el valor de sus desechos. La falta de formación adecuada limita la adopción de técnicas como el compostaje y afecta la sostenibilidad del mercado, resaltando la necesidad urgente de desarrollar programas de capacitación para mejorar el conocimiento sobre la gestión de residuos orgánicos.

PREGUNTA 8: ¿CUÁL CREE QUE ES LA MEJOR ESTRATEGIA PARA FOMENTAR LA SEPARACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS?

Figura 9. Respuesta a la pregunta 8



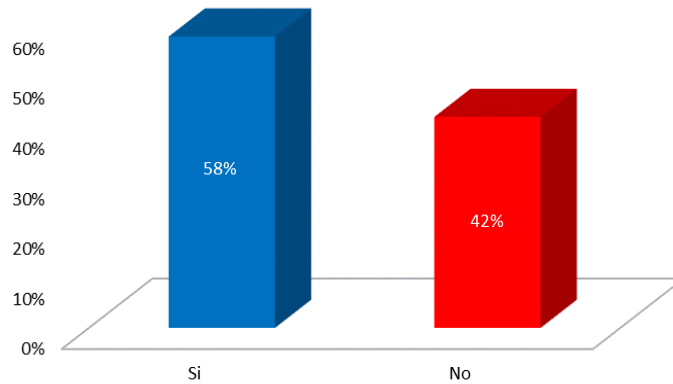
Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 8.

La figura 9 muestra que el 68% de los encuestados considera que la educación y sensibilización es la estrategia más efectiva para fomentar la separación y aprovechamiento de residuos orgánicos. Además, la baja preferencia por programas de compostaje (18%) e incentivos y recompensas (14%) indica que, aunque estos enfoques son menos populares, todavía hay margen para desarrollarlos como complementos a la educación.

La mayoría de los comerciantes cree que aumentar la conciencia sobre el impacto ambiental y las técnicas de gestión de residuos es crucial ya que, al estar mejor informados, pueden tomar decisiones más sostenibles y efectivas. En conjunto, estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de diseñar e implementar campañas educativas robustas que no solo informen, sino que también motiven a los comerciantes a adoptar prácticas sostenibles, mejorando así la gestión de residuos orgánicos.

PREGUNTA 9: ¿CONOCE LOS BENEFICIOS QUE TIENE LA RECOLECCIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PARA EL MEDIO AMBIENTE?

Figura 10. *Respuesta a la pregunta 9*



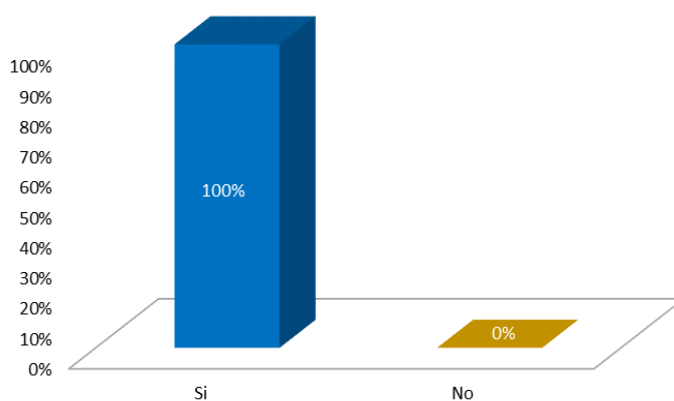
Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 9.

Los resultados muestran que el 58% de los encuestados está informado sobre los beneficios de una adecuada gestión de residuos orgánicos, mientras que el 42% no lo está. Este desequilibrio muestra que reconocen la importancia de gestionar bien los residuos y otro grupo aún carece de esta información clave.

Las diferencias en el conocimiento pueden deberse a factores como la falta de acceso a recursos educativos, una insuficiente difusión de información relevante, o la ausencia de programas de capacitación específicos. El hecho de que el 58% ya esté informado ofrece una base positiva para promover más iniciativas educativas. No obstante, la falta de conocimiento en el 42% restante subraya la necesidad de intensificar los esfuerzos para proporcionar información accesible y efectiva sobre cómo una adecuada recolección de residuos orgánicos.

PREGUNTA 10: ¿USTED CONTRIBUIRÍA A LA RECOLECCIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS?

Figura 11. *Respuesta a la pregunta 10*



Nota: Indica en porcentaje los resultados de la encuesta en la pregunta 10.

En la figura 11, el 100% de los comerciantes afirma que contribuiría a la gestión de residuos orgánicos, lo que sugiere una clara disposición y compromiso hacia prácticas sostenibles en el mercado.

Este consenso podría ser resultado de una mayor conciencia entre los comerciantes sobre las ventajas ambientales y para la salud pública de una correcta gestión de residuos, así como de la existencia de infraestructuras apropiadas para la recolección de desechos en el mercado.

10.2. Estrategias para la ejecución del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el mercado.

10.2.1. Introducción

La gestión de los residuos sólidos orgánicos se ha convertido en un desafío crucial en la búsqueda de sostenibilidad ambiental y desarrollo económico. En un contexto donde la generación de desechos es constante y significativa, la implementación de estrategias eficaces para su aprovechamiento se presenta como una solución integral que no solo reduce el impacto ambiental, sino que también ofrece beneficios sociales y económicos (Ossa et al., 2021).

Los sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no solo buscan reducir la cantidad de desechos destinados a los vertederos, sino también transformar estos materiales en recursos valiosos como compost y biogás. El compostaje enriquece el suelo, promoviendo una agricultura más sostenible, mientras que la producción de biogás contribuye a la generación de energía renovable, disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (Delgado et al., 2019).

La implementación de estrategias para la gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en el mercado abarca un proceso que integra varios aspectos técnicos, sociales y

económicos. Teniendo como objetivo la reducción de los residuos sólidos orgánicos, así mismo minimizar los riesgos a la salud pública derivados de los malos olores ocasionados por la acumulación. Con estas estrategias, el mercado "Augusto Lema Enríquez" en el cantón Pujilí no solo contribuirá a la protección del medio ambiente, sino que también se posicionará como un modelo de gestión de residuos sólidos orgánicos, promoviendo un desarrollo más sustentable y equitativo.

10.2.2. Objetivo

Desarrollar estrategias para la ejecución de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el mercado municipal de Pujilí, con el fin de promover prácticas sostenibles y contribuir al desarrollo económico y social de la comunidad, involucrando activamente a los comerciantes en la recolección y separación de residuos orgánicos.

10.2.3. Desarrollo de las estrategias

Estrategia 1. Separación de los Residuos Sólidos Orgánicos e implementación de recipientes de recolección en las secciones del mercado con mayor generación.

Objetivo

Implementar un sistema de separación de residuos sólidos orgánicos mediante la instalación de recipientes de recolección en las áreas del mercado con mayor generación de desechos.

Metodología

La estrategia 1 comprendió de cuatro etapas:

Etapas 1: Diagnóstico del estado actual del mercado

Para el diagnóstico del estado actual de la gestión de residuos sólidos orgánicos en el mercado, se identificarán las secciones del mercado con mayor generación de desechos, basándose en observaciones directas y encuestas a los comerciantes. Este proceso incluirá la recolección de datos y la elaboración de un mapa de puntos críticos como menciona Columba (2023) esto, permitirá comprender sus prácticas actuales de manejo de residuos, así como identificar sus necesidades y desafíos en relación con la gestión de desechos.

Materiales:

- Encuestas
- Libreta de campo

- Cámara fotográfica
- Mapas del mercado
- EPP
- Computadora

Etapa 2: Adquisición de materiales

Según Paredes & Fabara (2022) se seleccionarán y adquirirán los recipientes de recolección, diferenciados por colores negro y verde, según la Norma INEN 2841 (2014) el color verde es un color representativo a los residuos orgánicos (restos de comida, cáscara de fruta, verduras, hojas, hierbas, etc.). Aquello facilita la separación de residuos orgánicos. Además, se colocarán etiquetas informativas en cada recipiente como se observa en la figura 44.

Materiales:

- Recipientes de plástico
- Etiquetas adhesivas
- Papel

Etapa 3: Instalación de recipientes

Se procederá a la instalación de los recipientes de recolección en las áreas identificadas previamente, asegurando su correcta ubicación y accesibilidad para los usuarios.

Materiales:

- EPP

Etapa 4: Capacitación y Monitoreo

Se llevará a cabo una capacitación dirigida a los comerciantes del mercado, con charlas informativas y material audiovisual para promover una la correcta separación de residuos orgánicos (Morales & Rocha, 2019). Paralelamente, se establecerá un sistema de monitoreo para supervisar el uso de los recipientes y medir la efectividad del programa, empleando formularios de registro.

Para el desarrollo metodológico de la estrategia 1 se realizará las siguientes actividades como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Plan de la separación de residuos sólidos orgánicos: Actividades, Resultados y Responsables.

Actividades	Resultados esperados	Responsables
Identificación de secciones con mayor generación de residuos orgánicos.	Secciones críticas claramente identificadas.	- Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí”
Implementación de recipientes en el mercado.	Recipientes accesibles y adecuados para los comerciantes.	- Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí
Capacitación a los comerciantes sobre la separación de residuos.	Comerciantes informados sobre el proceso de separación.	- Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí
Monitorear la efectividad de la separación de residuos orgánicos.	Datos sobre los residuos separados y registro de participación de comerciantes.	- Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental

Nota: En tabla muestra las actividades para la ejecución de la estrategia 1, los resultados que se esperan al implementarla y encargados de cumplir con lo descrito para el beneficio del mercado municipal “Augusto Lema Enríquez” del cantón Pujilí. La información fue adaptada a partir de (Columba, 2023).

Estrategia 2. Línea de recolección de residuos sólidos orgánicos en las secciones de “frutas, verduras, legumbres, hortalizas” y “Alimentos preparados”.

Objetivo

Establecer una línea de recolección específica para residuos sólidos orgánicos en las secciones de frutas, verduras, legumbres, hortalizas y alimentos preparados del mercado.

Metodología

La estrategia 2 comprendió de cuatro etapas:

Etapa 1: Diagnóstico Inicial

Se llevará a cabo un diagnóstico inicial para identificar las secciones del mercado que generan la mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos. Esto incluirá la observación directa de las actividades en el mercado y la recolección de datos sobre el tipo y volumen de residuos producidos (Acuña, 2023).

Materiales:

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora
- EPP

Etapa 2: Diseño de la Línea de Recolección:

Se elaborará una línea recolección que establecerá la frecuencia y los horarios de recolección de los residuos orgánicos, asegurando que se ajusten a las actividades diarias del mercado para maximizar la participación de comerciantes. Además, se instalarán recipientes para residuos orgánicos en las secciones analizadas del mercado con mayor cantidad de residuos (Yugcha & Pérez, 2018).

Materiales:

- Recipientes de plástico
- Computadora

Etapa 3: Capacitación

Se desarrollará un programa de capacitación dirigido a comerciantes y empleados del mercado sobre la importancia de la separación de residuos sólidos orgánicos y el correcto uso de los recipientes de recolección. Estos talleres incluirán demostraciones prácticas y sesiones de preguntas y respuestas. Como lo menciona Vásquez (2023) la capacitación se realiza por la necesidad de asegurar la comprensión y compromiso de todos los participantes.

Materiales:

- Material audiovisual
- Libreta de campo
- Hojas de registro

- EPP

Etapa 4: Implementación del sistema de recolección y Monitoreo:

Se iniciará la recolección de residuos sólidos orgánicos de acuerdo con el plan establecido y horario establecido anteriormente, asegurando que el equipo de recolección esté adecuadamente capacitado y comprometido con el proceso para garantizar su efectividad. Además, se implementará un sistema de monitoreo que permita evaluar la eficacia de la recolección y la participación de los comerciantes, mediante la recopilación de datos sobre la cantidad de residuos recogidos, lo que facilitará la identificación de áreas de mejora y la optimización del proceso.

Materiales:

- Hojas de registro
- Recipientes de plástico
- Balanza
- Computadora
- Software (Excel)
- Cámara fotográfica
- Informe de evaluación
- EPP

Para el desarrollo metodológico de la estrategia 2 se realizará las siguientes actividades como se muestra en la tabla 8. Se centrará en evaluar la implementación de actividades clave para mejorar la gestión de residuos orgánicos en el mercado del municipio de Pujilí y la identificación de secciones donde se generan mayores cantidades de residuos orgánicos, como frutas, verduras, legumbres, hortalizas y alimentos preparados.

Tabla 8: *Plan de la recolección de residuos sólidos orgánicos: Actividades, Resultados y Responsables.*

Actividades	Resultados esperados	Responsables
--------------------	-----------------------------	---------------------

Identificar secciones de frutas, verduras, legumbres, hortalizas y alimentos preparados.	Secciones clave para la recolección.	Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí”
Diseñar una línea de recolección para residuos orgánicos.	Línea de recolección implementada.	Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí
Instalación de recipientes para residuos orgánicos.	Recipientes visibles y accesibles.	Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí
Capacitar a comerciantes y personal del mercado en separación de residuos.	Comerciantes capacitados y comprometidos.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental
Establecer un calendario de recolección.	Recolección programada y efectiva.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental
Monitorear la efectividad de la línea de recolección.	Cantidad de residuos recolectados semanal.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental

Nota: En tabla muestra las actividades para la ejecución de la estrategia 2, los resultados que se esperan al implementarla y encargados de cumplir con lo descrito para la minimización del impacto ambiental en el mercado municipal “Augusto lema Enríquez” cantón Pujilí. La información fue adaptada a partir de (Rivera et al., 2020).

10.3. Caracterización de los residuos sólidos orgánicos producidos dentro del mercado.

Las secciones tomadas en cuenta para el pesaje de los residuos fueron; la sección de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” y la sección de “Alimentos preparados” mismas donde se utilizó una muestra de 50 comerciantes para el estudio, tal y como se evidencia en el registro del Anexo 5. En estas dos secciones se generan gran cantidad de residuos sólidos orgánicos de origen vegetal y animal, por lo cual después del pesaje correspondiente se dio cumplimiento a

lo establecido ante la determinación de la cantidad total semanal de residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado, como muestra la Tabla 9.

Tabla 9. Datos de los pesos de los Residuos Sólidos Orgánicos producidos.

Sección	Número de Comerciantes	Residuos Sólidos Orgánicos	Días	Peso Residuos (Kg)	Peso Total Semanal (Kg)
Frutas, verduras, legumbres y hortalizas	26	Legumbres Hortalizas Frutas Verduras, etc.	Lunes	127,3	961,2
			Martes	96,6	
			Miércoles	127,8	
			Jueves	126,7	
			Viernes	181,6	
			Sábado	76,8	
			Domingo	224,5	
Alimentos preparados	24	Cáscara de frutas Cáscara de papas Restos de comida Huesos, etc.	Lunes	8,5	100,9
			Martes	17,8	
			Miércoles	6,2	
			Jueves	9,0	
			Viernes	10,5	
			Sábado	10,4	
			Domingo	38,4	
TOTAL (Kg)				1062	

Nota: Esta tabla muestra las secciones del mercado donde se recolectó los residuos sólidos orgánicos, el tipo de residuo producido y su respectivo pesaje.

Discusión

De acuerdo con el pesaje realizado a lo largo de la semana se recolectó 1,062 toneladas de residuos sólidos orgánicos dentro del mercado, y se evidenció que el área donde más se generan

estos residuos es la sección de “Frutas verduras legumbres y hortalizas” con un valor total de 961,2 kg, cantidad superior a lo producido en la sección de “Alimentos preparados” 100,9 kg. Esto se debe principalmente a la actividad de consumo que se desempeña en cada sección, ya que donde existe menor generación se comercializan los alimentos reparados que son consumidos diariamente con fines de alimentación, a diferencia de lo que ocurre en la sección de frutas, verduras y hortalizas donde se puede encontrar productos guardados o en etapa descomposición que al no ser vendidos rápidamente son desechados en grandes cantidades.

10.4. Cálculo de Producción Per Cápita diaria de residuos sólidos orgánicos

Para caracterizar los residuos sólidos orgánicos producidos dentro del mercado se procedió con la realización del cálculo de la producción per cápita diaria de residuos producidos en las secciones de “Frutas, verduras, legumbres, hortalizas” y “Alimentos preparados”, a lo largo de siete días de comercialización. Ante ello, en la Tabla 10, se muestran los valores resultantes en cuanto a los residuos sólidos orgánicos generados diariamente dentro de las instalaciones del mercado.

Tabla 10. *Cálculo de Producción Per Cápita diaria de residuos sólidos orgánicos.*

Día	Peso Residuos generados (Kg)	N° Comerciantes	Producción Per Cápita diaria (Kg/comerciante.día)
Lunes	135,8	50	2,7
Martes	114,4	50	2,3
Miércoles	134,0	50	2,7
Jueves	135,6	50	2,7
Viernes	192,1	50	3,8
Sábado	87,2	50	1,7
Domingo	262,9	50	5,3
Promedio	151,71	50	3,02 (Kg/comerciante.día)

Nota: La tabla muestra el valor de la Producción per cápita diaria de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado.

Discusión

De acuerdo con el cálculo de la producción per cápita realizado a lo largo de la semana de pesaje se determinó un valor promedio de 3,02 (kg/comerciante.día). Evidenciando que los días viernes y domingo son donde más residuos orgánicos se producen dentro del mercado resultando en valores de producción de 3,8 y 5,3 (kg/comerciante.día) respectivamente. Esto se debe principalmente a que en la localidad estos días son feriado, razón por la que se elevan los niveles de consumo y venta de productos debido a la gran concurrencia de personas al establecimiento en comparación con otros días regulares. Ante ello, en el Anexo 7 se muestra la curva con los valores de producción per cápita diaria de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado a lo largo de la semana de pesaje.

10.5. Cálculo de Producción Per Cápita semanal de residuos sólidos orgánicos

Tabla 11. *Cálculo de Producción Per Cápita semanal de residuos sólidos orgánicos.*

Sección	Peso Total Semanal (Kg)	Nº Comerciantes	Producción Per Cápita Semanal (Kg/comerciante.semana)
Frutas, verduras, legumbres y hortalizas	961,2	26	36,9
Alimentos preparados	100,9	24	4,2
Total	1062	50	21,2 (Kg/comerciante.semana)

Nota: La tabla muestra el valor de la Producción per cápita semanal de residuos sólidos orgánicos generados en las dos áreas seleccionadas del mercado.

Discusión

De acuerdo con la producción per cápita diaria se calculó una generación semanal de residuos de 21,2 (kg/comerciante.semana). Evidenciando un mayor nivel de producción en la sección de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” con 36,9 que se destaca de la sección de “Alimentos preparados” donde se determinó un valor semanal de 4,2 (kg/comerciante.semana). Esto se debe a que la primera sección estudiada es donde existen más comerciantes y por ende estos generan mayor cantidad de residuos orgánicos que en la otra sección del mercado.

10.6. Cálculo de Producción Per Cápita mensual de residuos sólidos orgánicos

Tabla 12. *Cálculo de Producción Per Cápita mensual de residuos sólidos orgánicos.*

Sección	PPC Semanal (Kg/hab.semana)	Nº Semanas	Producción Per Cápita mensual (Kg/comerciante.mes)
Frutas, verduras, legumbres y hortalizas	36,9	4	147,6
Alimentos preparados	4,2	4	16,8
Total	21,2	4	84,8 (Kg/comerciante.mes)

Nota: La tabla muestra el valor de la Producción per cápita mensual de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado.

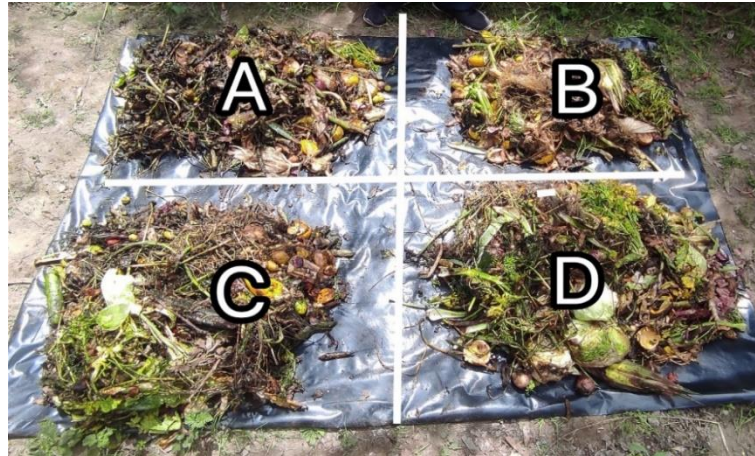
Discusión

Como resultado se obtuvo una producción per cápita mensual de 84,8 (kg/comerciante.mes) de residuos sólidos orgánicos. De igual forma se evidencio una mayor generación en la sección de “Frutas, verduras, legumbres y hortalizas” resultando en 147,6 (kg/comerciante.mes). A diferencia de la sección de “Alimentos preparados” donde se produce un valor mensual de 16.8 (kg/comerciante.mes). Esto se debe en gran medida a que en la primera sección existe mayor número de comerciantes y por ende estos generan cantidades más significativas de residuos orgánicos.

10.7. Caracterización de los tipos de residuos orgánicos generados en mayor porcentaje dentro del mercado.

Para realizar la caracterización de los residuos sólidos orgánicos que se generan en mayor porcentaje se utilizó el método de cuarteo, este se implementó una vez culminado el proceso de recolección, separación y pesaje de los residuos orgánicos producidos en las instalaciones del mercado al cabo de los siete días de comercialización. Para ello, tal y como establece la norma, se tomó una muestra de 50 kg a partir de la muestra madre para desarrollar el método. Luego se dividió la esta muestra en cuatro cuadrantes iguales (A, B, C, D) tal y como se muestra en la Figura 12.

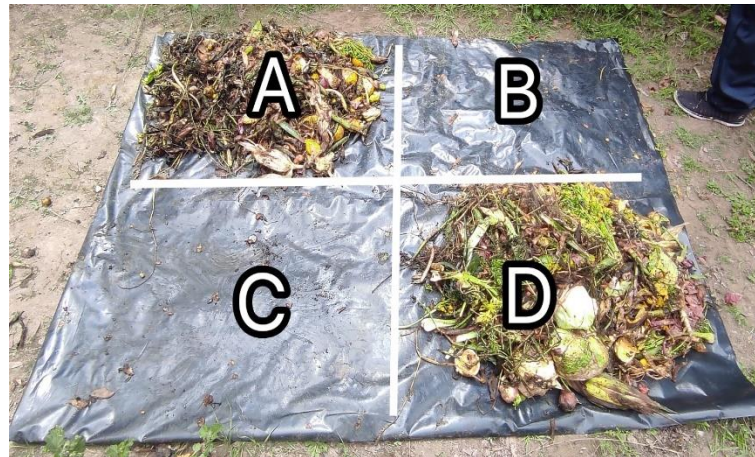
Figura 12. Fotografía de división de la muestra en cuadrantes para el método de cuarteo.



Nota: La fotografía muestra la división de residuos en cuartiles según el método del cuarteo.

Posterior a ello, se eliminaron dos cuadrantes de las cuatro iniciales para realizar la separación de los residuos orgánicos según su tipo, específicamente los cuadrantes extraídos fueron (B y C) tal y como se indica en la Figura 13.

Figura 13. Fotografía de eliminación de cuadrantes de la muestra inicial.



Nota: La fotografía muestra la eliminación de dos cuartiles según el método del cuarteo.

Finalmente, tal y como se muestra en la Figura 14, se realizó la respectiva clasificación manual de los residuos sólidos según el tipo al que pertenecen para su respectivo pesaje y cálculo del porcentaje según corresponda; Frutas, verduras, legumbres, y hortalizas. Obteniendo como resultado los siguientes valores:

Tabla 13. Cálculo del porcentaje de residuos sólidos orgánicos generados según su tipo.

Tipo de residuo	Peso en Kg	Porcentaje %
-----------------	------------	--------------

Hortalizas	9	36
Legumbres	7	28
Frutas	5	20
Verduras	4	16
TOTAL	25	100

Nota: La tabla muestra el porcentaje de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado según el tipo al que pertenecen.

Discusión

En resultados reales después de la caracterización realizada se evidenció que del cien por ciento de los residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado un 36% corresponde a restos de hortalizas, seguido de un 28% perteneciente a las legumbres. Mientras que los residuos generados en cantidades más pequeñas son los provenientes de frutas con valores del 20%, y verduras en un 16%. Esto indica que existe gran actividad comercial de legumbres y hortalizas dentro de las instalaciones del mercado y por ende estos residuos son los que se producen en cantidades más significativas.

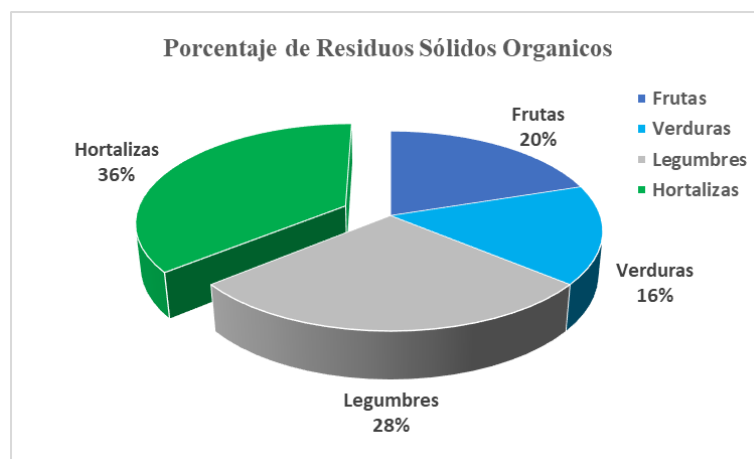
Figura 14. Fotografía de residuos sólidos orgánicos generados según su tipo.



Nota: La fotografía muestra la división de los tipos de residuos sólidos orgánicos encontrados en la muestra después del método del cuarteo.

De acuerdo con lo realizado anteriormente, se determinó que el tipo de residuos sólidos orgánicos que más se generan dentro del mercado son aquellos provenientes de la producción de “hortalizas”. Presentándose en un porcentaje considerable del treinta seis por ciento (36%) de toda la materia orgánica generada dentro este establecimiento comercial. Tal y como se evidencia en la Figura 15.

Figura 15. *Porcentaje de residuos sólidos orgánicos generados según su tipo.*



Nota: En la figura se muestran los porcentajes de cada tipo de residuo sólido orgánico generado en el mercado de acuerdo al método del cuarteo.

Mediante el método de cuarteo se determinó que del cien por ciento de los residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado el 36% corresponde a restos de hortalizas y el 28% a los restos de legumbres. Por otro lado, en cantidades más pequeñas se generan residuos de frutas alcanzando un 20% y verduras en un 16%, mismos valores representados gráficamente en la Figura 16. Esto se debe principalmente a la gran actividad comercial de estos productos dentro de las instalaciones.

Estrategia 3. Sistema de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos para la elaboración de abonos orgánicos naturales.

Objetivo

Establecer un proceso para convertir los residuos sólidos orgánicos en abonos orgánicos naturales.

Metodología

La estrategia 3 comprendió de cuatro etapas:

Etapa 1: Recolección de Residuos Orgánicos

Se llevará a cabo la recolección de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado, de acuerdo a la línea de recolección establecida, facilitando así su agrupamiento y evitando la contaminación de otros tipos de desechos (Gualan & Pacheco, 2024). Para la ejecución, se necesitarán recipientes para residuos o bolsas biodegradables color verde y un equipo de recolección que incluya los recipientes con ruedas y vehículos de transporte para dejar en el área de acopio para su aprovechamiento.

Materiales:

- Recipientes de plástico
- Bolsas biodegradables
- EPP

Etapa 2: Clasificación de Residuos

Una vez recolectados, los residuos orgánicos serán clasificados en función de su tipo y estado. Esta clasificación será fundamental para asegurar que sólo los materiales adecuados sean utilizados en la elaboración de abonos orgánicos (Yugcha & Pérez, 2018). Se habilitarán áreas específicas dentro del mercado para llevar a cabo la clasificación de los residuos. Esta etapa también incluye la capacitación de los trabajadores para el manejo correcto de los residuos.

Materiales:

- EPP

Etapa 3: Procesamiento de Residuos

Los residuos orgánicos clasificados serán sometidos a un proceso de descomposición controlada, utilizando técnicas de compostaje. Un tipo de compostaje que menciona Arellano & Bosques (2020) es el Bokashi, es un abono orgánico obtenido a través de la fermentación aeróbica de residuos vegetales y animales, al cual se pueden añadir minerales para mejorar su contenido nutritivo, además de microorganismos eficaces para acelerar la fermentación. Según Muñoz (2021) el Biol es otro proceso de compostaje, siendo un fertilizante orgánico líquido producido ante la descomposición de materiales orgánicos como estiércol animal, vegetación verde y frutas en condiciones anaeróbicas. Por otro lado, para Daza (2021), el proceso de lombricultura, o vermicompostaje, implica la cría intensiva de lombrices con el objetivo de

reciclar residuos orgánicos biodegradables y convertirlos en un fertilizante conocido como "vermicompost", "lombricompost" o "humus de lombriz". En cambio El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2020), define el compostaje con lombrices de tierra como un proceso biológico aeróbico que permite la separación de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales (RSM), alcanzando su estabilidad, madurez y sanitización. Para la ejecución del compostaje se crearán pilas de compostaje con geomembrana que permitirán la descomposición natural de los residuos, garantizando la transformación de los mismos en abono orgánico de alta calidad. Para ello, se implementarán condiciones adecuadas de humedad y aireación, así como un monitoreo regular del proceso para asegurar su efectividad (Rivera et al., 2020).

Materiales:

- EPP
- Pila de compostaje
- Geomembrana
- Palas
- Agua
- Plástico

Etapa 4: Tamizado y Distribución del Abono Orgánico

Finalmente, una vez que el compost haya alcanzado el estado deseado, se procederá a su tamizado y distribuido. El abono orgánico será tamizado y envasado en sacos biodegradables listos para su venta o distribución gratuita a la comunidad local del mercado, promoviendo así una economía circular y el uso de prácticas agrícolas sostenibles.

Materiales:

- EPP
- Sacos biodegradables
- Etiquetas
- Tamiz
- Palas

Para el desarrollo metodológico de la estrategia 2 se realizará las siguientes actividades como se muestra en la tabla 14.

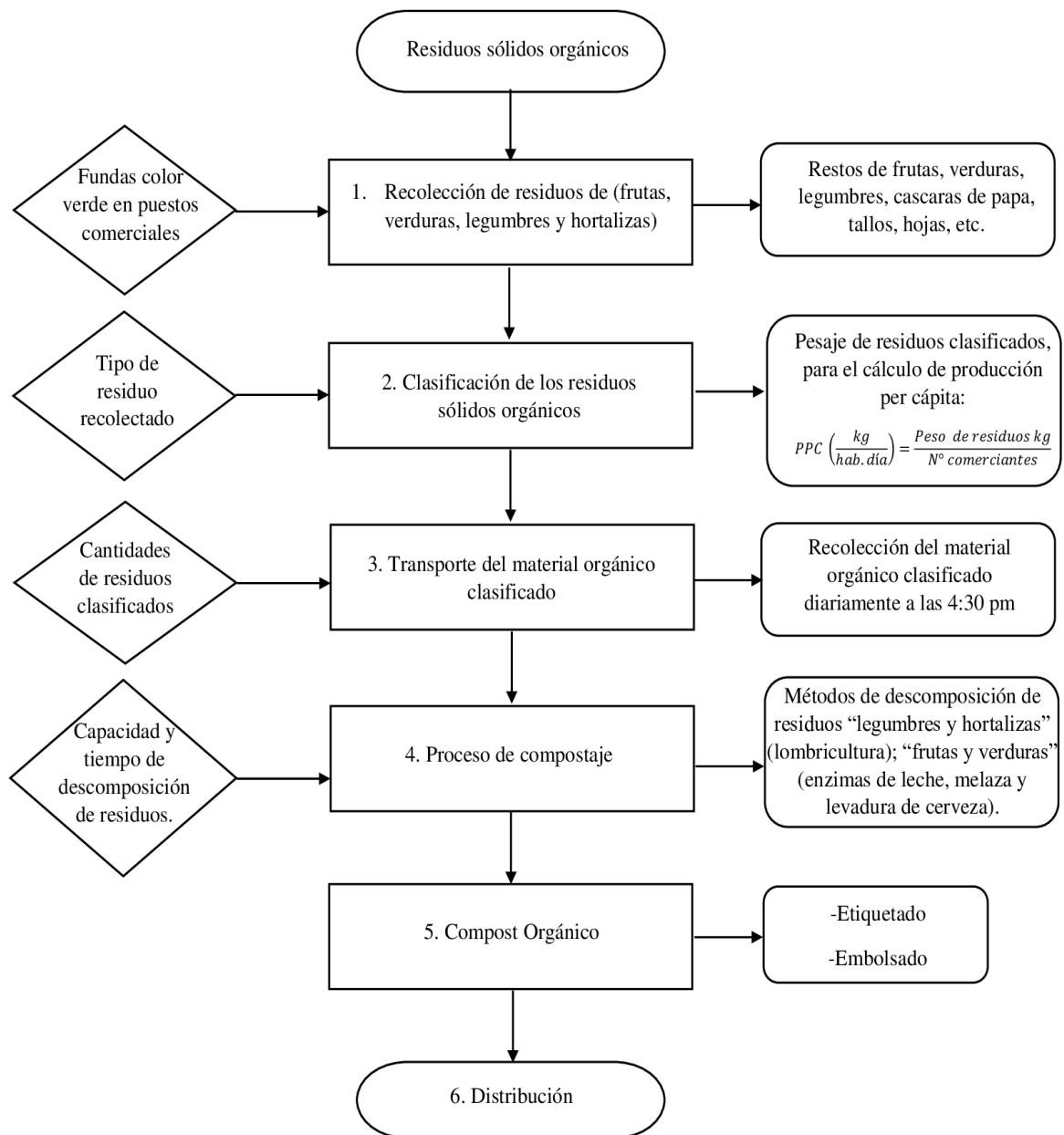
Tabla 14. Plan del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos: Actividades, Resultados y Responsables.

Actividades	Resultados esperados	Responsables
Recopilación de residuos sólidos orgánicos del mercado.	Residuos orgánicos recolectados y listos para procesar.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental
Establecer un lugar de almacenamiento adecuado para los residuos.	Espacio organizado y limpio para almacenar los residuos.	Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí
Diseñar un proceso de compostaje para los residuos recolectados.	Proceso de compostaje documentado y listo para implementar.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental
Capacitar al personal en técnicas de compostaje.	Personal capacitado en la elaboración de abonos orgánicos.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental
Realizar seguimiento del proceso de compostaje.	Producción de abono orgánico monitoreada y optimizada.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental
Distribuir el abono orgánico producido	Abono orgánico accesible para uso en la agricultura local.	Departamento de Gestión Ambiental del municipio de Pujilí.
Evaluar el impacto del sistema de aprovechamiento.	Datos recopilados sobre la reducción de residuos y beneficios del abono.	Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental

Nota: En tabla muestra las actividades para la ejecución de la estrategia 3, los resultados que se esperan al implementarla y encargados de cumplir con lo descrito para promover la sostenibilidad y la economía circular del mercado. La información fue adaptada a partir de (Martínez & Suarez, 2022).

10.8. Sistema de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”.

Figura 16. Diagrama de flujo del sistema integral de manejo y aprovechamiento de residuos en las secciones de “Frutas, verduras, legumbres, hortalizas”, y “Alimentos preparados”.



Nota: La figura muestra los procesos y variables en la ejecución de la recolección y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en las dos secciones de mayor generación estudiadas dentro del mercado.

El diagrama de flujo establece un sistema organizado para la gestión de residuos sólidos orgánicos en el mercado, desde su recolección y clasificación hasta el proceso de compostaje y distribución final. Donde cada etapa está planificada para maximizar la eficiencia y asegurar la calidad de los abonos producidos mediante un enfoque que contribuye a la reducción de residuos en los vertederos y promueve la sostenibilidad ambiental a través de la reutilización del material orgánico y su transformación en productos útiles para la agricultura local.

1. Recolección de Residuos de Frutas, Verduras, Legumbres y Hortalizas.

a) Fundas de color verde ubicadas en cada puesto comercial. Los residuos orgánicos fueron recolectados en bolsas verdes para identificar su naturaleza orgánica. Dado que el sistema está diseñado para identificar fácilmente los desechos orgánicos para el proceso de compostaje.

b) Residuos Recogidos. Los tipos de residuos que se recolectaron en las dos secciones incluyen restos de frutas, verduras, cáscaras de papa, tallos, hojas, etc. Estos residuos recogidos fueron de origen vegetal aptos para el proceso de compostaje.

2. Clasificación de los Residuos Sólidos Orgánicos.

a) Tipos de Residuos. En este paso, los residuos sólidos orgánicos fueron clasificados según su tipo, esto fue crucial para asegurar que solo los residuos adecuados se incluyan en el proceso de compostaje, evitando la contaminación por materiales inorgánicos.

b) Residuos Clasificados. Después de clasificar los residuos, se realizó el pesaje manual de los mismos para calcular la producción per cápita diaria de residuos generados (3,02 kg/comerciante.día). Este cálculo permitió medir la cantidad de residuos generados por cada comerciante, lo que fue útil para la planificación y optimización del manejo de residuos.

3. Transporte del Material Orgánico Clasificado.

a) Capacidad y Tiempo de Descomposición de Residuos. Una vez clasificados y pesados, los residuos orgánicos se transportaron diariamente hacia el área destinada para su tratamiento. Esta actividad se realizó por los siete días consecutivos a las 4:30 pm, para asegurar un flujo constante de la materia prima.

4. Proceso de Compostaje.

a) Métodos de Descomposición. Los residuos orgánicos se sometieron a diferentes métodos de descomposición dependiendo de su tipo:

- Legumbres y Hortalizas. Se utilizó la lombricultura, un proceso biológico mediante la implementación de lombrices californianas que transforman los residuos orgánicos en humus, obteniendo un abono rico en nutrientes.
- Frutas y Verduras. Se utilizó enzimas provenientes de la leche, la melaza y la levadura de cerveza para acelerar la descomposición del material orgánico promoviendo así la actividad microbiana y facilitando la transformación de los residuos en abono.

5. Compost Orgánico

a) **Resultado del Proceso.** El material descompuesto transformado en abono orgánico, fue etiquetado y embolsado para su distribución y uso. En estos abonos obtenidos como producto final con el análisis de calidad se determinó en su composición nutrientes beneficiosos para el suelo agrícola.

6. Distribución final.

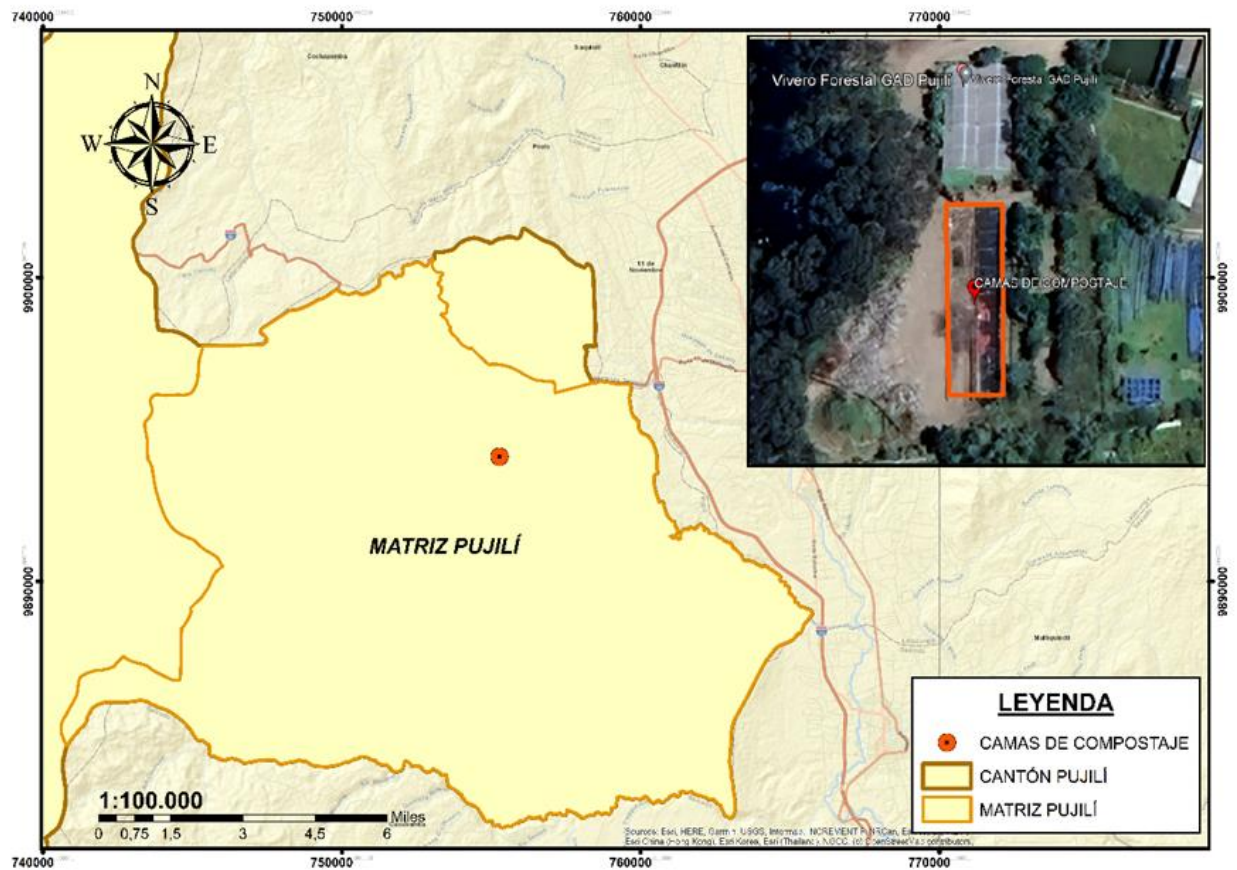
a) **Distribución de los abonos producidos.** Finalmente, los abonos orgánicos producidos pueden ser distribuidos entre la comunidad local perteneciente al mercado, implicando la entrega del producto final a los usuarios que realicen prácticas agrícolas, de jardinería o cualquier otra actividad que requiera el uso de fertilizantes orgánicos.

10.8.1. Desarrollo del sistema de aprovechamiento

10.8.1.1. Área de implementación del Sistema de Aprovechamiento

El proceso de compostaje de los residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado se realizó en el Vivero Forestal perteneciente al GAD Municipal del cantón Pujilí, que se encuentra ubicado en la Av. Velasco Ibarra, Sector Cuatro Esquinas, 2 km al Noreste del Terminal Terrestre de la ciudad. Este sitio fue seleccionado debido a que en el área existe disponibilidad de una cama de compostaje dentro de las instalaciones, amplitud y servicio de agua para el riego. Además de su cercanía con la zona centro de la ciudad, donde se encuentra asentado el Mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”.

Figura 17. *Mapa del área de implementación del sistema de aprovechamiento*



Nota: La figura muestra la ubicación geográfica del área de implementación del sistema de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

10.8.2. Determinación del área de compostaje

Para la implementación del sistema de aprovechamiento, se requirió la identificación de un área espaciosa para la construcción de la cama de compostaje correspondiente, destinada a la disposición final temporal de la materia orgánica generada en el mercado que fue aprovechada mediante su transformación a abono orgánico. Ante ello, gracias a la colaboración del GAD Municipal del cantón Pujilí se optó por la utilización de una cama previamente construida en las instalaciones del Vivero Forestal bajo buenas condiciones de cuidado por lo cual solamente fue necesario el realizar una limpieza del área e incorporar una cobertura de geomembrana en la zona donde se depositó los residuos orgánicos. Esta cama contaba con las siguientes dimensiones; tres metros de ancho, por treinta metros de largo y sesenta centímetros de profundidad, siendo eficaz para la disposición y descomposición de los residuos orgánicos.

10.8.3. Recolección de los residuos sólidos orgánicos.

Para el proceso de recolección, separación, pesaje y transporte de los residuos orgánicos producidos en las áreas de; “Frutas, verduras, legumbres, hortalizas”, y “Alimentos preparados”, se estableció una tabla de actividades ejecutadas durante los siete días laborables de pesaje dentro del mercado. Desde el lunes 20 al domingo 26 de mayo del 2024, mismas que se muestran en el Anexo 6.

Por otro lado, el pesaje manual se ejecutó a diario de manera sistemática con la utilización de una balanza de romanilla de 30 kg y el respectivo EPP durante el transcurso de toda la semana, en el horario y lugar establecido para la separación in situ de los residuos no aprovechables dentro de las instalaciones del mercado (Zona de Carga y Descarga). Ver Figura 18 y 19.

Figura 18. *Fotografía de la separación de residuos no aprovechables.*



Nota: La fotografía muestra la separación de los residuos plásticos en la fuente.

Figura 19. *Fotografía de pesaje de los residuos orgánicos aprovechables.*



Nota: Se muestra la ejecución del pesaje manual después de la separación.

10.8.4. Implementación de residuos sólidos orgánicos a la cama de compostaje.

Al finalizar la jornada de recolección de igual forma se transportó la materia orgánica ya clasificada diariamente hacia la zona determinada para el aprovechamiento en una mini volqueta perteneciente al GAD municipal, Anexo 18. Para posteriormente ser depositada consecutivamente en la cama de compostaje para la ejecución del sistema de aprovechamiento del material orgánico recolectado.

Figura 20. *Incorporación de la materia orgánica a la cama de compostaje.*



Nota: Se muestra la incorporación consecutiva de los residuos orgánicos.

Una vez concluidos los siete días de recolección de los residuos orgánicos en el mercado e implementada su correcta disposición final en la cama de compostaje. Se dividió la muestra total del material orgánico (1062 Kg), en dos submuestras homogéneas según la naturaleza y el tipo de residuo. Obteniendo como resultado; Ver Figura 22.

- **Submuestra 1.-** “Residuos sólidos orgánicos procedentes de hortalizas y legumbres”.
Mismos residuos que son generados en mayor porcentaje dentro del mercado con valores del 36 y 28% respectivamente.
- **Submuestra 2.-** “Residuos sólidos orgánicos procedentes de frutas y verduras”.
Aquellos que se generan en un porcentaje más bajo, con valores del 20 y 16%.

Figura 21. *Fotografía de la muestra total de residuos sólidos orgánicos recolectados.*



Nota: Incorporación total de los residuos orgánicos después de siete días.

Una vez dividido el material orgánico en dos submuestras; “Residuos sólidos orgánicos procedentes de hortalizas y legumbres”; y “Residuos sólidos orgánicos procedentes de frutas y verduras”, se implementaron agentes que aceleren el proceso de descomposición para la producción de los dos tipos de abono orgánico, y determinar cuál es el que se produce en un periodo de tiempo más corto.

Figura 22. Fotografía de materia orgánica dividida en dos submuestras según su tipo.



Nota: División de los residuos orgánicos recolectados según su tipo.

Adicional a ello, una vez teniendo separadas las dos submuestras con un machete se procedió a trozar en pedazos más finos todos aquellos residuos que poseían un tamaño considerable como se muestra en la Figura 23, dado que esto juega una importancia relevante para acelerar el proceso de descomposición del material orgánico promoviendo la degradación uniforme y evitando la generación de malos olores.

Figura 23. *Fotografía de trozado de residuos sólidos con tamaño considerable.*



Nota: Trozado de los residuos orgánicos para el proceso de compostaje.

10.8.5. Elaboración de abono a través de la lombricultura

Según menciona Sánchez et al. (2019) un proceso de lombricultura proporciona múltiples ventajas, tales como la mejora de la fertilidad del suelo, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, la recuperación de recursos y la reducción de los costos en fertilizantes químicos. Dado que, estos microorganismos son capaces de degradar y estabilizar la materia orgánica bioquímicamente (Rincones et al., 2023). Esto sucede porque en el proceso de compostaje, las lombrices de tierra facilitan una adecuada aireación, fragmentan el sustrato, y en consecuencia, incrementan significativamente la actividad de los organismos anélidos.

Ante esto, unos días posteriores a la disposición final temporal de los residuos sólidos orgánicos en la cama de compostaje se realizó la compra e incorporación de las lombrices para iniciar con el proceso de descomposición del material orgánico. Específicamente, se adicionaron doscientas lombrices californianas (2 tarrinas) en la submuestra con residuos orgánicos procedentes de “hortalizas y legumbres”, como se evidencia en la Figura 24.

Figura 24. *Fotografía de adición de Lombrices Californianas a la materia orgánica.*



Nota: Incorporación de las lombrices californianas a los residuos de legumbres y hortalizas.

10.8.6. Monitoreo de parámetros de humedad y temperatura

Adicional a ello, después de la incorporación de las lombrices se mantuvo un constante monitoreo de la materia orgánica, teniendo en cuenta el mantenimiento de la humedad y temperatura idónea en la cama de compostaje, dado que estos son parámetros fundamentales a tener en cuenta para obtener como resultado la descomposición eficaz de los residuos orgánicos y la generación de humus procedente de las lombrices, paso previo a la obtención de un abono orgánico rico en nutrientes.

Figura 25. Fotografía de riego de agua en la materia orgánica para mantener la humedad.



Nota: Se muestra el riego realizado cada tres días para mantener las condiciones de humedad.

Para monitorear y controlar los parámetros de humedad y temperatura en el proceso de descomposición de la materia orgánica se utilizaron métodos de campo, como el volteo del material, mismo que ayudó a distribuir el perfil de temperatura de las capas superiores de los

residuos a nivel interior y viceversa (Caiza et al., 2019). Por otro lado, para verificar la humedad existente en el material orgánico se empleó la “Prueba del Puño”, que consistió en tomar una pequeña muestra de la materia orgánica húmeda y ejercer presión con la palma de la mano, formando una masa definida que determinó que la humedad presente es eficiente.

Figura 26. *Fotografía de prueba del puño para verificar la humedad de la materia orgánica.*



Nota: Verificación de la humedad óptima en la cama de compostaje.

10.8.7. Realización de volteos de la materia orgánica

El volteo es la acción de remover y mezclar los residuos orgánicos para promover la aireación, acelerar el procesamiento y mantener las condiciones óptimas que aseguren la actividad adecuada de los microorganismos (Oviedo et al., 2017). Esto permite que el compost se descomponga de manera uniforme y eficiente, evitando la formación de olores desagradables y promoviendo el deterioro aeróbico. El volteo del material orgánico procedente de restos de legumbres y hortalizas se realizó cada tres días, es decir dos días a la semana, específicamente los lunes y viernes, mediante la utilización de palas manuales con el fin de obtener una buena aireación evitando la compactación del material, como se muestra en la Figura 27.

Figura 27. *Fotografía de volteo de la materia orgánica para la aireación en la cama de compostaje.*



Nota: Volteos de las camas con materia orgánica en descomposición.

10.8.8. Descomposición de la materia orgánica para la obtención de abono

De acuerdo a lo establecido por Villegas & Laines. (2020) la descomposición de residuos orgánicos es un proceso natural presente en diversos ecosistemas, en el cual las lombrices de tierra, especialmente las lombrices Californianas, desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica, contribuyendo al reciclaje de nutrientes y a la salud del suelo. Durante el proceso los residuos sólidos orgánicos provenientes de legumbres y hortalizas se descompusieron de manera acelerada debido a la actividad de las lombrices Californianas, que son capaces de procesar grandes cantidades de materia orgánica en un corto período de tiempo gracias a su alta capacidad reproductiva, lo cual reduce el tiempo necesario para la obtención del abono orgánico. Razón por la que, con el transcurrir de un par de semanas, se observaron cambios en las características físicas de los residuos, como la alteración en la coloración y la disminución del volumen inicial de los mismos.

Figura 28. *Fotografía de descomposición de la materia orgánica en la cama de compostaje.*



Nota: Se muestra el estado de descomposición de la materia orgánica después de un mes.

10.8.9. Elaboración de abono a través de enzimas.

Para la elaboración del compostaje por enzimas, se dispusieron de 1062 kilogramos de material a lo largo de la cama de compostaje con una superficie de 3 metros cuadrados y un ancho de 1,5 metros. Este material se clasificó en dos categorías: residuos de frutas y verduras. Posteriormente, se llevó a cabo una mezcla homogénea de estos dos tipos de material. Este proceso de combinación es crucial para fomentar una adecuada descomposición, lo cual la actividad microbiana actuará para producción de compost de alta calidad.

Figura 29. *Fotografía de distribución de la materia orgánica a la cama de compostaje.*



Nota: Se muestra la distribución de los residuos para el compostaje a través de enzimas.

Se integraron nuevos aditivos al proceso, específicamente melaza, leche y levadura de cerveza, con el propósito de mejorar la composición de los materiales. Luego, se efectuó un meticuloso proceso de volteo para asegurar una distribución uniforme de estos componentes a lo largo de la muestra. Esta técnica es fundamental para garantizar que los nutrientes y agentes activos se dispersen equitativamente, optimizando el rendimiento y la calidad del producto final.

Figura 30. *Fotografía de incorporación de leche entera en la cama con materia orgánica.*



Nota: Incorporación homogénea de la leche mediante riego en la cama de compostaje.

Figura 31. *Fotografía de colocación de melaza y levadura de cerveza en la materia orgánica.*



Nota: Incorporación homogénea de la melaza en la cama de compostaje.

Para iniciar el proceso de activación enzimática, es crucial implementar una serie de prácticas fundamentales que optimicen los resultados. Entre estas, el volteo periódico de la cama cada tres días se destaca como esencial. Dado el volumen del material, se optó por emplear métodos manuales para facilitar el volteo, promoviendo así una adecuada oxigenación y mezcla de los componentes. Este procedimiento es vital para la actividad enzimática y el proceso de descomposición. Adicionalmente, se recomienda cubrir la zona del compostaje con una lona o plástico durante el proceso, lo cual ayuda a regular la temperatura interna al limitar la entrada de calor externo. Además, el recubrimiento de las camas puede ayudar a controlar la humedad, protegiendo el material de la evaporación excesiva o de la entrada de agua en caso de lluvia, lo que contribuye a mantener un equilibrio hídrico adecuado.

Figura 32. *Fotografía de recubrimiento de la materia orgánica en la zona de compostaje*



Nota: Recubrimiento realizado en la cama de compostaje mantener la humedad.

El tiempo requerido para la maduración del abono se estima en un mínimo de dos semanas para alcanzar su desarrollo completo. Sin embargo, es crucial reconocer que este plazo puede variar considerablemente en función de diversos factores ambientales y de la composición de la materia orgánica utilizada. Así, el periodo necesario para obtener un abono de calidad puede exceder las dos semanas iniciales.

Por esta razón, es fundamental llevar a cabo un seguimiento detallado del proceso de compostaje y realizar ajustes en las condiciones operativas, como la temperatura y la humedad, para maximizar la efectividad del proceso y asegurar un producto final que cumpla con los estándares de calidad requeridos. Esta vigilancia permitirá una optimización continua de las condiciones de maduración del compost.

Figura 33. Fotografía de volteo la materia orgánica para la aireación en la cama de compostaje.



Nota: Volteos regulares de la materia orgánica posterior a la adicción de la leche, la melaza y la levadura de cerveza en la cama de compostaje.

Tabla 15. Proceso de elaboración detallado del abono por enzimas.

Cantidad %	Materiales	Descripción de uso	Recomendaciones
4	Agua	1. Humedecer la cama con una cantidad de 2 a 3 galones a lo largo de la cama.	Tras colocar todos los componentes necesarios, es esencial homogenizar la mezcla y cubrirla con un plástico negro para

42	Materia Orgánica en descomposición en base a residuos de frutas y verduras como cáscaras y tallos.	2. Colocar una capa de 15 a 20 cm de altura de materia fresca triturada o cortada por trozos	protegerla del sol y la lluvia. Además, se debe mantener un control riguroso para conservar la materia orgánica adecuadamente. Y Realizar volteos cada tres días
24	Levadura de cerveza	3. Colocar a lo largo de la cama 1000 gr de levadura de cerveza y revolver con la materia acumulada.	
12	Leche	4. Agregar 10 litros de leche en toda la cama.	
18	Melaza	5. Colocar 20 litros de melaza en una distribución equitativa y mezclar la materia.	

Nota: La tabla muestra los materiales utilizados y las actividades realizadas en el proceso de elaboración del abono orgánico a través de las enzimas de la leche la melaza y la levadura de cerveza.

10.9. Técnica de Compostaje Utilizada

La técnica que se utilizó para la implementación del Sistema de gestión integral fue el compostaje con enzimas

Tabla 16. *Técnica de compostaje por enzimas.*

Alternativa	Descripción
Compostaje con enzimas presentes en la leche, melaza y levadura de cerveza	<p>La levadura de cerveza, un tipo específico de hongo, facilita la actividad bacteriana en el compost, permitiendo que el proceso de descomposición continúe una vez que las células del material orgánico se han agotado. Su uso no solo acelera el compostaje al incrementar la actividad microbiana, sino que también mejora la eficiencia del proceso. Asimismo, la enzima presente en la melaza desempeña un papel crucial, ya que promueve la descomposición de la materia orgánica y sirve como fuente de energía para los microorganismos. Las bacterias lácticas, junto con los fermentos y nutrientes de la leche, actúan como inóculos microbiológicos para los bioles, proporcionando nutrientes esenciales que apoyan el crecimiento de microorganismos responsables de la descomposición de la materia orgánica y la formación de humus.</p>

Nota: La tabla muestra detalladamente la técnica utilizada en el proceso de compostaje a través de enzimas.

En la tabla se analizaron diversos factores para evaluar la viabilidad del proceso de transformación. Estos factores incluyeron la utilización de residuos vegetales y frutas como

materia prima, los requerimientos de infraestructura y recursos humanos. Se incorporaron variables ambientales que consideraban la ubicación necesaria, los efectos directos en la operación y las medidas de mitigación de impactos. También se evaluaron aspectos económicos y financieros, como la necesidad de capital, los costos operativos y la demanda de productos. El análisis reveló que el proyecto es viable, ya que los residuos orgánicos proporcionan condiciones iniciales favorables como materia prima y los costos de los subproductos son bajos. Se procedió con el prediseño e identificación de las variables a estudiar, que incluyen:

1. **Técnica:** Evaluación de la efectividad, abarcando los requisitos para usar residuos vegetales como materia prima, los requerimientos del proceso, la estimación de productos y subproductos, las necesidades de área y equipos, el requerimiento de personal y el análisis de experiencias exitosas tanto a nivel nacional como internacional.
2. **Limitaciones:** Análisis de la técnica del proceso, que incluye el nivel de desarrollo, la capacidad de procesamiento y la complejidad operativa. Se identificaron también aspectos de gestión, como la dependencia de la alternativa propuesta y la viabilidad de expandir las instalaciones en los mercados.
3. **Económicas y financieras:** Evaluación de la relación costo-beneficio considerando la inversión necesaria.

10.9.1. Recolección y tamizaje de los dos tipos de abonos producidos

Después de transcurrido el tiempo la descomposición de los residuos sólidos orgánicos recolectados, hacia su transición a abono orgánico, antes de realizar la labor del empaquetado y distribución final, se pasó al proceso de tamizado o cernido de los dos tipos de abonos producidos, tal y como muestra la Figura 34.

Figura 34. *Fotografía de tamizaje de los dos tipos de abonos producidos.*



Nota: Se muestra el tamizaje realizado para la obtención final de los abonos orgánicos.

Este proceso implicó realizar un cernido general de sólidos que no hayan sido descompuestos y la separación de materiales no aprovechables que fueron encontrados. Los sólidos orgánicos que no fueron descompuestos en su totalidad fueron dispuestos nuevamente a las camas de compostaje con el fin de dar continuidad a su descomposición respectiva, garantizando así la obtención de un producto final de calidad y el aprovechamiento total de todo el material orgánico, Figura 35.

Figura 35. *Fotografía de tamizaje de los restos de residuos orgánicos no descompuestos.*



Nota: Porcentaje de residuos orgánicos no descompuestos completamente.

Figura 36. *Fotografía de abono orgánico obtenido después del tamizaje.*



Nota: Obtención de los abonos como producto final después del tamizaje realizado.

10.9.2. Toma de muestras de los abonos producidos para el análisis de laboratorio.

El análisis de laboratorio fue destinado a reconocer la calidad del producto obtenido, por ello se realizó un estudio de “Macro y Micronutrientes” presentes en los dos tipos de abonos orgánicos producidos, para ello se tomaron dos muestras previamente tamizadas de 550 gramos (Muestra 1: “Abono orgánico enzimas”); (Muestra 2: “Abono orgánico lombricultura”). Estas muestras fueron recolectadas y etiquetadas en dos fundas con cierre hermético “Ziploc”, para

evitar la interferencia de agentes externos que puedan conllevar a la obtención de errores en los análisis realizados. Las muestras ya tomadas se etiquetaron con el número de muestra, el tipo de abono, la fecha y hora de empaquetado y las coordenadas geográficas del sitio donde fueron tomadas antes del envío al laboratorio acreditado, como se muestra en la Figura 37.

Figura 37. Fotografía de las muestras de abono orgánico para el envío al laboratorio.



Nota: Muestras de los dos tipos de abono orgánico producidos para el análisis de calidad.

Las muestras fueron enviadas un laboratorio certificado ubicado en la ciudad de Quito, con fecha martes 09 de julio de 2024. Posterior a ello, los resultados del análisis de calidad realizado fueron entregados después de ocho días hábiles para su interpretación. A continuación, en la Tabla 17 y 18, se muestran los resultados obtenidos sobre la calidad de los dos tipos de abonos evaluados a través del análisis de laboratorio sobre Macro y Micronutrientes:

10.9.3. Análisis de los parámetros de calidad en Macro y Micronutrientes, y presencia de metales pesados en los dos abonos orgánicos producidos.

Los parámetros de calidad en macro y micronutrientes fueron comparados según la norma INEN 211:98, y el Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales, elaborado por (Rea & Fernández, 2018), en la Tabla 22. Donde se establecen el contenido máximo y mínimo de nutrientes presentes en los abonos orgánicos de acuerdo con las normas pertinentes, Anexos 29 y 30.

Por otro lado, para la evaluación de los valores máximos permisibles de metales pesados se comparó con el Acuerdo Ministerial 097 A, en cuanto a los criterios de calidad de suelo, establecidos en la Tabla 2 de la Norma.

Tabla 17. Análisis de laboratorio del abono orgánico de legumbres y hortalizas producido a través Lombricultura.

Parámetro	Valor	Unidad	Metodología
Macro y Micronutrientes			
Nitrógeno Total	0,36	%	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4500- Norg C
Fósforo	0,13	%	
Potasio	0,59	%	
Hierro	0,74	%	
Manganeso	0,01	%	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996
Cobre	0,0009	%	Standard Methods Ed. 24, 2023, 3120 B
Boro	0,0005	%	
Molibdeno	0,00004	%	
Zinc	0,003	%	
Metales Pesados			
Arsénico	3,05	mg/kg	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996
Cadmio	<0,20	mg/kg	Standard Methods Ed. 24, 2023, 3120 B
Plomo	2,34	mg/kg	
Mercurio	<0,10	mg/kg	EPA 7471 B, Rev.

			02, 2007
			EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 24, 2023, 3120 B
Cromo Total	6,08	mg/kg	

Nota: La tabla muestra los resultados del análisis de laboratorio del abono orgánico producido a través de Lombricultura.

10.9.4. Análisis de calidad del abono producido a través de Lombricultura.

Después de la comparación con la fuente se determinó que el abono orgánico se encuentra dentro de valores recomendables en cuanto a macronutrientes; presentando porcentajes óptimos en su composición tales como: Nitrógeno total 0.36%, Fósforo 0.13% y Potasio 0.59%. De igual forma en cuanto a porcentaje de micronutrientes a excepción del Hierro con un valor de 0.74 %.

Por otro lado, en lo referente a metales pesados, se evaluaron los elementos que en caso de sobrepasar los límites máximos permisibles pueden llegar a ocasionar riesgos a la salud de las personas. Presentándose en los siguientes valores; Arsénico 3.05 mg/kg, Cadmio <0.20 mg/kg. Plomo 2.34 mg/kg, Mercurio <0.10 mg/kg y Cromo total 6.08 mg/kg. Estos valores se encuentran dentro de los niveles mínimos establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A, en cuanto a los criterios de calidad de suelo para uso agrícola, por lo cual se determinó que el uso agrícola del abono implica ningún riesgo emergente.

Tabla 18. Análisis de laboratorio del abono orgánico de frutas y verduras producido a través de enzimas.

Parámetro	Valor	Unidad	Metodología
Macro y Micro nutrientes			
Nitrógeno Total	0,37	%	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4500-Norg C
Fósforo	0,13	%	EPA 3005 A, Rev. 01,
Potasio	0,90	%	1992 EPA 6010 B,

Hierro	0,69	%	December 1996 Standard
Manganeso	0,008	%	Methods Ed. 24, 2023, 3120 B
Cobre	0,0008	%	
Boro	0,0007	%	
Molibdeno	0,00004	%	
Zinc	0.01	%	
Metales Pesados			
Arsénico	2,47	mg/kg	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996 Standard
Cadmio	<0.20	mg/kg	Methods Ed. 24, 2023, 3120 B
Plomo	1,94	mg/kg	EPA 7471 B, Rev. 02, 2007
Mercurio	<0,10	mg/kg	
Cromo Total	4,90	mg/kg	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 24, 2023, 3120 B

Nota: La tabla muestra los resultados del análisis de laboratorio del abono orgánico producido a través de enzimas.

10.9.5. Análisis de calidad del abono producido a través de enzimas.

Posterior a la evaluación según la fuente, se determinó que el segundo abono orgánico producido también se encuentra dentro de los límites permisibles en cuanto a macronutrientes; presentando porcentajes óptimos en su composición tales como; Nitrógeno total 0.37%, Fósforo 0.13% y Potasio 0.90%. De igual manera de acuerdo al mismo principio los porcentajes de

micronutrientes se encuentran dentro de los valores permisibles a excepción del Hierro que se presenta en un porcentaje de 0.69 %.

Por otro lado, en lo referente a metales pesados, estos se presentan en las siguientes concentraciones; Arsénico 2.47 mg/kg, Cadmio <0.20 mg/kg. Plomo 1.94 mg/kg, Mercurio <0.10 mg/kg y Cromo total 4.08 mg/kg. Estos valores se encuentran dentro de los niveles mínimos establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A, en cuanto a criterios de calidad de suelo para uso agrícola, por lo que de igual forma se califica a este abono orgánico como apto para el uso agrícola al no poseer elevadas concentraciones que impliquen un riesgo.

10.9.6. Comparación de calidad con un abono orgánico comercial.

Tabla 19. Comparación de Contenido de macro y micro nutrientes.

	Abono de lombrices		Abono por enzimas		Abono comercial	
	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Macro y Micro Nutrientes	Nitrógeno Total	0,36 %	Nitrógeno Total	0,37 %	Nitrógeno Total	2,98 %
	Fósforo	0,13 %	Fósforo	0,13 %	Fósforo	1,75%
	Potasio	0,59 %	Potasio	0,90 %	Potasio	3,63 %
	Hierro	0,74 %	Hierro	0,69 %	Hierro	0,02 %
	Manganeso	0,01 %	Manganeso	0,008 %	Manganeso	0,07%
	Cobre	0,0009 %	Cobre	0,0008 %	Cobre	0,05 %
	Zinc	0,003 %	Zinc	0,01 %	Zinc	0,010 %
	Boro	0,0005%	Boro	0,0007%	Boro	0,02%

Nota: Al analizar los contenidos podemos decir que, si existen dos abonos de calidad a base de residuos de frutas, verduras y legumbres, hortalizas. Al comparar con un abono comercial, información adaptada a partir de (Arrieta et al., 2018).

En la tabla 19 muestra que el abono comercial tiene la mayor cantidad de nutrientes esenciales, con niveles altos de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, manganeso, cobre y zinc. Por ejemplo, tiene 2,98% de nitrógeno y un 1,75% de fósforo. En comparación, al abono producido por

lombrices contiene menos nutrientes, con un 0,36% de nitrógeno y un 0,13% de fósforo. En cambio, el abono producido por enzimas se encuentra en un punto intermedio, con un 0,37% de nitrógeno y un 0,13% de fósforo, pero tiene más potasio que el abono de lombrices.

Discusión

La comparación entre los tres tipos de abonos indica que el abono comercial, tiene los niveles más altos de nutrientes esenciales esto puede deberse a que es producido de manera controlada y enriquecida con aditivos, convirtiéndole en la opción más rica en nutrientes y para su uso como fertilizante para la agricultura. Por otro lado, el abono producido por lombrices muestra niveles más bajos porque su proceso natural de descomposición es lento, resultando menos eficiente en la liberación de nutrientes, aunque más beneficioso para la sostenibilidad ambiental. En cuanto al abono producido por enzimas, se sitúa en un punto intermedio, ya que las enzimas aceleran la descomposición de los materiales orgánicos, aumentando la disponibilidad de ciertos nutrientes, pero sin alcanzar los niveles del abono comercial optimizado industrialmente.

10.9.6.1. Comparación de costos con un abono orgánico comercial.

Datos para determinar el Costo de Producción de los dos abonos naturales

Tabla 20: *Gastos de Materiales Directos e Indirectos.*

Abono por lombrices			Abono por enzimas		
Material	Cantidad	Valor Total (\$)	Material	Cantidad	Valor Total (\$)
			Melaza	20 L	20
Lombrices	200	30	Levadura de cerveza	1 kg	15
			Leche	10 L	9
Total (\$)		30	Total (\$)		44

Nota: La tabla muestra los costos de los materiales y organismos adquiridos para la elaboración de los dos tipos de abono orgánico.

Tabla 21: *Gastos del Personal.*

Personas	Sueldo	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas utilizadas	Total (\$)
1	460	23	2,87	4	11,50
Total (\$)					11,50

Nota: El costo total de sueldo es por el trabajo realizado durante 4 horas al día. Esta información es adaptada a partir de (Espinosa, 2018)

Tabla 22: *Costos de Producción.*

Parámetros de producción	Abono de lombriz Valor total (\$)	Abono de enzimas Valor total (\$)
Materiales directos e indirectos	30,00	44,00
Personal	11,50	11,50
TOTAL (\$)	41,50	55,00

Nota: El costo total de producción es la sumatoria de los gastos realizados en los materiales, gastos personales.

Tabla 23: *Costos de Venta.*

Parámetros de producción	Abono de lombriz Valor total (\$)	Abono de enzimas Valor total (\$)
Capacidad de producción	250 kg	250 kg
Costo unitario	0,16	0,22
Precio de venta (30% utilidad)	0,21	0,29
Ingresos totales	52,5	72,5

Nota: La tabla muestra los costos de comercialización que poseerían los abonos dos orgánicos producidos en valor unitario (kg).

Tabla 24: Comparación del costo de venta de abonos producidos con el abono comercial.

	Abono de lombriz	Abono de enzimas	Abono comercial
Parámetros de producción	Valor (\$)	Valor (\$)	Valor (\$)
10kg	2,1	2,9	2
20kg	4,20	5,8	4
25kg	4,83	6,67	5
50kg	10,50	14,5	10

Nota: La tabla muestra la comparación entre los costos del abono comercial en comparación con los abonos producidos. Información adaptada a partir de (Espinosa, 2018).

En cuanto a costos de los tres tipos de abonos, de producción y valor. El abono por enzimas se produce utilizando residuos recolectados de frutas y verduras del mercado local. Para acelerar el proceso de descomposición, se emplearon enzimas de leche, melaza y levadura de cerveza. El costo total de producción de 250 kg de este abono fue de \$ 72,50, lo que da un costo por kilogramo de aproximadamente \$0,29 Si se quisiera producir 50 kg de este abono, el costo sería de \$14,50. Aunque este abono tiene un costo relativamente más alto, su uso aporta grandes beneficios al suelo. Las enzimas empleadas en su producción aceleran la descomposición de la materia orgánica, enriqueciendo el suelo con nutrientes esenciales y mejorando su fertilidad y la salud del ecosistema. Muchos agricultores podrían preferir este tipo de abono por los beneficios a largo plazo que ofrece, superando en valor a opciones más económicas. Por otro lado, el abono de legumbres y hortalizas se produce mediante un sistema de lombricultura utilizando lombrices californianas, con residuos recolectados de legumbres y hortalizas del mercado. El costo total de producción de 250 kg de este abono fue de \$52,50, lo que resulta en un costo por kilogramo de aproximadamente \$0,21. Si se quisiera producir 50 kg de este abono, el costo sería de \$10,50. Su costo por kilogramo es más bajo que el del abono de frutas y verduras, pero el uso de lombricultura es altamente beneficioso para la agricultura debido a su capacidad para mejorar la calidad del suelo, aumentando su fertilidad y promoviendo el crecimiento saludable de las plantas. Sin embargo, el uso de la lombricultura ofrece beneficios ecológicos adicionales que contribuyen a una agricultura más sostenible.

El abono comercial tiene un costo promedio de \$0,20 por kilogramo. Este valor fue estimado por Megagro store, Eco Abonaza es un compost que se obtiene a partir de la mineralización de diversos residuos vegetales y animales provenientes de granjas certificadas. Dando como resultado un producto libre de patógenos, rico en materia orgánica y con un alto contenido de nutrientes. Sacos de 10 kg a \$2,00 cada una. Si se quisiera comprar 50 kg de este abono, el costo sería de \$10,00. Aunque los precios de los abonos comerciales son comparables a los de los abonos orgánicos naturales, con una diferencia de 0,50 centavos en sacos de 10 y 50 kg, muchos agricultores los eligen por conveniencia y disponibilidad inmediata. Sin embargo, a diferencia de los abonos orgánicos que ayudan a regenerar el suelo y mejorar su calidad, los abonos comerciales tienden a degradar los suelos con el tiempo, afectando negativamente su estructura y fertilidad.

10.9.7. Empaque, etiqueta y distribución del producto final.

El empaque, etiqueta y distribución del producto final abarcó un periodo de 3 días. Durante este lapso, se tamizaron los dos abonos producidos en las camas de compostaje a través del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos que fue propuesto para el estudio. Por lo cual, al concluir con la fase de maduración y secado se procedió a recolectar los abonos en sacos de 5 Kg de capacidad, para luego transportar el producto final hacia un sitio que cumpla con condiciones ambientales óptimas para el almacenaje del producto, hasta su posterior venta y distribución final. Tal y como se muestra en la Figura 43.

Este procedimiento aseguró una correcta gestión del producto final obtenido, cumpliendo con los estándares de calidad y eficiencia necesarios para la comercialización pública del abono orgánico producido.

Figura 38. *Fotografía de empaque y etiquetado de los abonos orgánicos producidos.*



Nota: Se muestran los dos tipos de abono orgánico empaquetados para la distribución.

10.9.8. Tiempo de realización del compostaje hacia el abono orgánico.

El tiempo necesario para producir abono a partir de residuos sólidos orgánicos puede variar dependiendo de varios factores ambientales y la composición de los residuos utilizados. Sin embargo, aunque el proceso puede estar influenciado por múltiples factores, en este estudio el proceso de transformación de la materia orgánica se dio en un mes y siete días en el caso del abono orgánico producido a través de lombricultura. Mientras que, el abono generado por la acción de las enzimas presentes en la leche, melaza y levadura de cerveza culminó su proceso de descomposición de residuos después de un mes y medio. Adicional a ello, una vez obtenido el producto final es recomendable mantener el abono producido en un proceso de maduración considerable, dado que, durante un período extendido de reposo, el abono alcanza un nivel óptimo de descomposición y madurez, lo que garantiza el contenido nutricional y una calidad adecuada para enriquecer y mejorar las propiedades del suelo. Adicional a ello, una vez obtenido el producto final, es recomendable mantener el abono a un proceso de maduración prolongado, dado que durante un tiempo de reposo extendido el abono alcanza un nivel óptimo de descomposición y madurez, garantizando así su contenido nutricional y calidad adecuada para mejorar las propiedades del suelo. Por esta razón el abono orgánico producido como resultado del sistema de aprovechamiento establecido para este proyecto se mantuvo en un proceso de maduración prolongado de 15 días antes de ser empaquetado y etiquetado.

10.9.9. Factores implicados en la elaboración de los abonos orgánicos.

Al abordar el proceso de compostaje, es esencial considerar diversos factores clave que afectan su eficacia y calidad. Uno de estos factores es el volteo regular del material orgánico en las camas de compostaje, esta es una práctica que facilita el intercambio de materiales entre las capas superiores e inferiores, fomentando la aireación homogénea y uniforme de los residuos. Esta acción fue crucial para asegurar una distribución equitativa de los nutrientes y microorganismos en el caso particular de las lombrices de tierra californianas presentes en la mezcla de residuos provenientes de “legumbres y hortalizas”.

A diferencia de lo anterior, otro factor importante es la temperatura, que desempeña un papel vital en el desarrollo de la producción de abono orgánico, dado que un aumento excesivo de la temperatura pudo traer consigo una afectación negativa en la hidratación de la materia orgánica, lo que a su vez habría podido comprometer la actividad enzimática de la leche, la melaza y la levadura de cerveza en el proceso de descomposición realizado para los residuos orgánicos procedentes de “frutas y verduras”. En especificaciones generales, es fundamental monitorear de cerca la temperatura durante todo el proceso de compostaje, asegurando el tener condiciones

óptimas para el crecimiento y la actividad de los microorganismos responsables de la descomposición del material orgánico.

11. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.

11.1. Impactos Sociales

El estudio realizado complementa la gestión de los residuos sólidos orgánicos al generar un interés social, incentivando a la comunidad de comerciantes a colaborar en la separación de los residuos en el origen. Esto permite aprovechar los residuos orgánicos generados diariamente, evitando su acumulación en los contenedores, y consecuentemente la proliferación de enfermedades debido al mal manejo. Además, el proyecto tiene un impacto social positivo al crear empleos relacionados con la recolección, clasificación y procesamiento de los residuos para la elaboración de abonos orgánicos, lo cual mejora la economía local.

11.2. Impactos Ambientales

Desde el punto de vista ambiental, la implementación del sistema de gestión y aprovechamiento de residuos orgánicos, sin duda genera un impacto positivo. Dado que, la reducción de los residuos orgánicos en vertederos disminuirá las fuentes de contaminación del suelo y el agua, ayudando a preservar los recursos naturales en la zona. Adicional a ello, el compostaje al mejorar la calidad del suelo con nutrientes esenciales promueve la salud de los ecosistemas locales y favorece la agricultura sostenible. No obstante, es fundamental gestionar adecuadamente el proceso de compostaje evitando así la generación de emisiones de gases de efecto invernadero.

11.3. Impactos Económicos

Económicamente, la implementación del sistema de gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en el mercado Pujilí “Augusto Lema Enríquez”, ocasiona un impacto económico positivo que puede generar beneficios a largo plazo. Dado que, la producción y comercialización de abono orgánico elaborado puede transformarse en una fuente adicional de ingresos para la comunidad local y disminuir los costos relacionados con la gestión de residuos sólidos. No obstante, es esencial tener en cuenta las inversiones iniciales, los gastos operativos y la creación de canales de comercialización efectivos. Ante la particularidad que el éxito económico de esta iniciativa dependerá de la eficiencia operativa, la demanda en el mercado y la capacidad de incorporar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos como un recurso económico valioso.

12. CONCLUSIONES

- En el mercado "Augusto Lema Enríquez" del cantón Pujilí, se ha observado una deficiencia en la gestión de residuos orgánicos. Los estudios indican que estos no reciben el tratamiento necesario, evidenciando una falta de sistemas de manejo adecuados. Además, se ha detectado que los desechos generados se depositan directamente en el basurero sin previa clasificación, lo cual demuestra una falta de prácticas de separación en la fuente, limitando las posibilidades de reciclaje y compostaje, agravando los problemas ambientales.
- En el mercado, los comerciantes generan una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos. En las secciones de frutas, verduras, legumbres y hortalizas, la producción per cápita alcanza los 36,92 Kg/comerciante/semana, mientras que en la sección de alimentos preparados es de 4,2 kg/comerciante/semana. Ambas secciones con un promedio de 21,2 kg/comerciante/semana. Este alto volumen de residuos orgánicos indica un potencial considerable para su aprovechamiento. Sin embargo, también revela un impacto negativo en el medio ambiente, ya que su inadecuada disposición final contribuye a la producción de metano, un gas de efecto invernadero.
- La implementación del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos ha resultado eficaz, produciendo 250 kg de compost por cada tipo de abono generado mediante lombricultura y compostaje enzimático. Además, estos compost cumplen con los estándares de calidad agrícola y benefician tanto al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal como a los agricultores locales, mejorando la fertilidad del suelo y la productividad agrícola. Finalmente, estos abonos orgánicos, sin aditivos químicos, mejoran la salud del suelo gracias a su abundancia de macro y micronutrientes.

13. RECOMENDACIONES

- Se sugiere al Departamento de Gestión Ambiental, autoridades locales del mercado en promover y divulgar el sistema de gestión de residuos orgánicos entre la población y los comerciantes del mercado, para asegurar que comprendan los efectos adversos de una gestión inadecuada de los residuos generados en las distintas áreas del mercado.

- Se aconseja al Departamento de Desechos Sólidos y Gestión Ambiental del cantón Pujilí considerar el reciclaje de los residuos orgánicos, dado que el volumen de residuos generados diariamente en el mercado es alto. Así mismo, es esencial implementar estrategias que involucren a la comunidad de comerciantes en prácticas efectivas de manejo de estos residuos.
- Se propone al Departamento de Gestión Ambiental del mercado municipal “Augusto Lema Enríquez” desarrollar y mantener un sistema de gestión de residuos, que permita la conversión de residuos orgánicos en compost de alta calidad. Debido que, el compost tiene el potencial de proporcionar beneficios considerables tanto para la rehabilitación de áreas verdes del cantón como para la agricultura local.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E., & Marquínez, L. (2024). *Sistema de gestión integral de los residuos orgánicos generados en las plazas del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, periodo 2023-2024* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11778>
- Acuña, A. (2023). *Sistema de gestión de residuos sólidos en la Urbanización el Milagro – Huaura 2023* [Tesis de grado, Universidad Nacional José Fustino Sánchez Carrión]. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/8183>
- Aguilar, A. (2020). *Efecto de tres abonos orgánicos en plántones de café (coffea arábica l.) variedad catimor, jorobamba – utcubamba – amazonas – 2020*. <https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/99/TESIS%20ANDREI%20AGUILAR%20TORRES.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Aguilar, M. (2020). *Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUILAR%20CAMBA%20MIGUEL%20ANGEL.pdf>. doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.19
- Alarcón, D. (2024). *Beneficios de los abonos orgánicos como alternativa para el mejoramiento de la nutrición vegetal* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Obtenido de: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16241/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000519.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arrieta, L., Alonso, R., Gómez, G., Gustavo, L., Paneque, G., Orlando, S., Jiménez, A., & Caridad, M. (2018). Caracterización del abono Bocachi y su aplicación en el cultivo del

- pimentón (*Capsicum annum*, L.), en el estado Falcón. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 3(6).
<https://www.redalyc.org/journal/5768/576869148007/576869148007.pdf>
- Anda, A., García, E., Peña, A., Seminario, J., & Nieto, A. (2021). Residuos orgánicos: ¿basura o recurso? *Revista Recursos Naturales y Sociedad*, 7(3), 19-42.
- Apaza, J. (2019). *Análisis del manejo de residuos sólidos en el distrito de Chuquibamba, considerando la nueva ley de residuos sólidos* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3266148>
- Aragón, A., & Córdova, A. (2020). Separación de residuos inorgánicos reciclables en Tijuana. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(4), 1011-1023.
<https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.19>
- Arellano, J., Bosques, M. (2020). *Gestión integral de residuos sólidos, principales actores, 2014-2018*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/16571/2/TFLACSO-2020GMVR.pdf>
- Ballardo, C., Vargas, M., Sánchez, A., Barrena, R., & Artola, A. (2020). *Agregando valor al abono casero: Propiedades bioplaguicidas mediante la inoculación de Bacillus thuringiensis*. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.003>
- Bermúdez, M. (2021). *Crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de pipián (Cucurbita argyrosperma Huber) por efecto de fertilización orgánica y sintética, Miraflores, Estelí, 2021*. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04b516.pdf>
- Blanco, M. (2023). El vermicompostaje una alternativa para potenciar la agricultura urbana
 Vermicomposting as an alternative to boost urban agriculture. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*.
<https://doi.org/10.53287/siha3115kw72x>
- Burini, J., Eizaguirre, J., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 359-377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
 Open Access
- Cabello, R., Patiño, W., Cabello, G., & Mendoza, P. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Pano, Perú. *Centro Agrícola*.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200031

- Caiza, D., Chimbo, A., Sarduy-Pereira, L., Pisco, W., y Diéguez-Santana, K. (2019). *Propuesta De Producción Más Limpia en el Proceso de Elaboración de Abonos Orgánicos con Desechos del Camal, Realizado En El Relleno Sanitario Del Cantón Baños De Agua Santa, Provincia De Tungurahua.*
https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/bitstream/RD_IKIAM/113/1/A-IKIAM-000054.pdf
- Callejas, C. (2018). *Implementación de un mecanismo de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para el hogar infantil personitas de Tunja (Boyacá).*
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26433/jmlopez1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrasquilla, O., Correa, M., & Múnera, L. (2020). La paca biodigestora como estrategia de tratamiento de residuos orgánicos: Una revisión bibliográfica. *Revista Producción+Limpia*, 15(271-91).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8039075>
- Castro, H., Contreras, E., & Rodríguez, J. (2020). Análisis ambiental: Impactos generados por los residuos. *Revista Espacios*, 41. <https://doi.org/doi:10.48082/espacios-a20v41n38p05>
- Cedeño, K., Barrera, A., Torres, E., & Jácome, G. (2023). Características físicas y transformación productiva y reproductiva de la Eisenia Foetida en compostaje con residuos orgánicos. *Revista de Investigación Talentos*, 10(2).
<https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.186>
- Cobos, K. (2022). *Caracterización de los residuos sólidos urbanos y propuesta para su aprovechamiento en la ciudad de Pasaje, El Oro.*
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22965/1/UPS-CT009999.pdf>
- Columba, N. (2023). *Propuesta de modelo de gestión integral de residuos sólidos en la plataforma Iro de Mayo-San Roque dentro del marco de economía circular* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23822>
- Coronel, A., & Ramón, G. (2022). Planta de compostaje y reciclaje para la gestión de residuos sólidos en Río Blanco, Ecuador. *Revista científica dominio de las ciencias*, 8(1), 222-247. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2487>
- Cueto, A. (2021). *Evaluación de tecnologías para reutilización, valorización y disposición de residuos orgánicos* [Tesis de grado, Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/145901>

- Cruz, M. (2020). *Elaboración de un manual de gestión integral de residuos sólidos en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, periodo 2019-2020*. repositorio.utc. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6660/1/PC-000855.pdf>
- Daza, Y. (2021). *Lombricultura, beneficios y como hacerla paso a paso*. Entufinca. <https://entufinca.com/lombricultura-beneficios-y-como-hacerla-paso-a-paso/>
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5263/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2019-0001.pdf>
- Delgado, M., Mendoza, K., González, M., Tadeo, J., & Martín, J. (2019). Evaluación del Proceso de Compostaje de Residuos Avícolas Empleando Diferentes Mezclas de Sustratos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 965-977.
- Durán, C., & Montenegro, M. (2019). *Gestión de residuos de la construcción en la ciudad de Riobamba* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5263/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2019-0001.pdf>
- Enríquez, H., & Jimmy, T. (2021). *Los abonos orgánicos: Ventajas y desventajas en los cultivos hortícolas de la costa ecuatoriana* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9284>
- Espinoza, C. (2021). *Biogás de residuos orgánicos como fuente de energía renovable Análisis del potencial de la ciudad de Quito* [Tesis de posgrado, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8410/1/T3670-MCCSD-Espinosa-Biogas.pdf>
- Espinosa, D. (2018). *Contaminación ambiental generada por el mal manejo de los residuos y basura*. Slideshare. Obtenido de. <https://es.slideshare.net/slideshow/la-basura-8016744/8016744>
- Espinosa, K. (2018). *Elaboración de un abono orgánico a base del procedimiento del brócoli (Brassica oleracea itálica), para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1760/1/SBQ18%20Ref.3402.pdf>
- Estupiñán, C., Carreño, D., Burgos, B., & Nieto, C. (2022). *Caracterización de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos en la universidad técnica estatal de Quevedo*. 7(11), 1435-1451. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Farinango, P. (2020). *Diseño de un sistema de gestión integral de residuos sólidos para la urbanización Los Cipreses II*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20840>

- Flores, C. (2019). La problemática de los desechos sólidos. *Revista redalyc.org*.
<https://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf>
- García, M. (2019). *Propuesta de sistema de gestión de desechos sólidos en la Unidad Educativa Océano Pacífico, Posorja, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador*.<https://repositorio.ug.edu.ec/items/3f432b21-ad40-4200-a762-bd174397aa43>
- González, B. (2024). *Humus de lombriz sólido*. Factor humus. <https://factorhumus.com/abono-humus-lombriz/>
- Gualan, M., & Pacheco, L. (2024). *Sistema de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos para la elaboración de abonos orgánicos naturales*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27363/1/UPS-CT011320.pdf>
- Guzmán, N. (2019). *Evaluación del Proceso de Ablandamiento de Residuos de Descarnes del Proceso de Curtición Desarrollado en Sampuès-Sucre, Empleando Bromelina, para su Aprovechamiento* [Tesis de posgrado, UNISUCRE].
<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/1670/T675.23%20G993.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEN 2841. (2014). *Estandarización de Colores Para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos*. Studocu; Studocu.
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/saludcomunitaria/norma-inen-2841/67647272>
- Lema, S., & Vega, K. (2024). Sistema de gestión de los residuos orgánicos generados en los mercados del cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi año 2023. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*.
<https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11657?mode=full>
- Mamami, J., Llumipanta, F., Ramos, S., Rea, J., Alucho, J., Saltos, D., & Pilco, C. (2021). Sistemas de producción de biogás: Fundamento, técnicas de mejora, ventajas y desventajas. *Revista Agroindustrial Science*, 11(2), 239-247.
- Marchan, C., Zorrilla, V., Cardenas, M., & Pacheco, A. (2021). Contaminación por Residuos Sólidos Urbanos: Caso Comunidad de Occochaca, Huanta, Perú, 2021. *Revista de Investigación científica CIDI*, 1, 1-14. <https://doi.org/10.53942/srjicidi.v1i1.39>
- Martínez, J., & Suarez, H. (2022). *Propuesta para elaboración de abono a partir de compostaje teniendo en cuenta la inclusión de una mezcla de microorganismos en el proceso* [Tesis

- de grado, Fundación Universidad de América].
<http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/9045/1/6171158-2022-2-IQ>.
- Mayo Cualchi, J. (2019). *Estudio de la disposición final de desechos sólidos en el relleno sanitario de la mancomunidad Pujilí-Saquisilí*. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5907/6/PC-000167.pdf>
- Mena, X., Mena, M., & Tavera, M. (2018). Enzimas y organismos importantes dentro del proceso de compostaje. *Tecnociencia Chihuahua*, 11(3).
https://www.academia.edu/50224964/Enzimas_y_organismos_importantes_dentro_del_proceso_de_compostaje
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). *Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2020). *Compostaje orgánico estrategia Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible 2017 – 2030*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. ESTRATEGIA.pdf
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16707/1/UPS-ST003888.pdf>
- Morales, L., & Rocha, P. (2019). *Caracterización de los desechos orgánicos de la parroquia Ayora y su potencial uso como abono dentro de una agricultura sustentable de la zona* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16707/1/UPS-ST003888.pdf>
- Moreno, A. (2020). *Método de Cuarteto*. Scribd. Obtenido de.
<https://es.scribd.com/document/482652469/METODO-DE-CUARTEO>
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3632/1/>
- Moreno, D. (2019). *Manejo de residuos peligrosos y especiales para imprenta en la ciudad de Quito* [Tesis de grado, Universidad Internacional SEK].
<https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3632>
- Muñoz Rapu, K. (2021). *¿Qué es el Biol?* LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-el-biol-kattyana-mu%C3%B1oz-rapu>
- Ossa, L., Correa, M., & Victorino, L. (2021). *Gestión integral de los residuos orgánicos hacia la sostenibilidad* (Ediciones Comunicación Científica).
https://www.researchgate.net/publication/364806279_Gestion_integral_de_los_residuos_organicos_hacia_la_sostenibilidad

- Oviedo, E. R., Marmolejo, L., y Torres, P. (2017). *Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo*. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, Investigación Y Tecnología*, 18(1), 31–42. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031
- Pantoja, J. (2019). *Estrategia para la gestión de residuos sólidos urbanos en la comunidad de Paquiestancia - cantón Cayambe*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17697/1/UPS%20-%20ST004293.pdf>
- Paez, L. A. B., Bezerra, B. S., Deus, R. M., Jugend, D., & Battistelle, R. A. G. (2019). Organic solid waste management in a circular economy perspective – A systematic review and SWOT analysis. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118086. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086>
- Paredes, J., & Fabara, D. (2022). *Caracterización de los residuos sólidos del mercado Municipal Chiriyacu de Quito para identificar alternativas de aprovechamiento y valorización* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/aaa1a504-d717-4487-bca0-3ce9c8ba39ea/content>
- Pimentel, K., Pérez, D., Toledo, L., Revol, M., & Reyes, D. (2023). Efecto de la utilización de estiércol porcino y caprino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foétida* (lombriz roja californiana). *Revista ECOVIDA*, 13(2). <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/279/579>
- Quituisaca, J. (2023). *Determinación de las propiedades físicas, químicas y la relación C/N de tres tipos diferentes de abonos orgánicos en la Quinta Experimental la Argelia* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27155/1/JhulissaVeronica_QuituisacaBure.pdf
- Rea, F., & Fernández, G. (2018). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>
- Rincones, Paola A., Zapata, José E., Figueroa, Omar A., y Parra, Clarivel. (2023). *Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (Eisenia foétida)*. *Información tecnológica*, 34(2), 11-20. <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642023000200011>

- Rivera, M., Caracela, E., & Morales, L. (2020). Proceso de compostaje por *Saccharomyces cerevisiae* en una institución educativa en Perú. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Humanas*, 109-119.
- Saldívar, S., Villar, V., & Barrios, O. (2021). Sistema de gestión de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Asunción. *Revista Población y Desarrollo*, 27(52), 15-29. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2021.027.52.015>
- Sánchez, J., Pita, J., González, K., y Hormaza, J. (2019). *Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 23-44. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7094650.pdf>
- Sepúlveda, O., Acevedo, B., Saldaña, C., Castro, W., Dela Torre, M., & Avila, H. (2021). Desarrollo de un sistema embebido para un compostero doméstico inteligente. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*. <https://scielo.pt/pdf/rist/n41/1646-9895-rist-41-112.pdf>
- Sumarriva, L. (2023). Manejo de residuos sólidos para el cuidado del medioambiente: una necesidad para la calidad de vida. *SciELO Analytics*, vol.7(no.20). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.224>
- Torres, O. (2022). *Cantón Pujilí*. Radio Cotopaxi. Obtenido de <https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/2015-09-20-00-13-36/2015-09-20-00-15-41/pujili>
- Toscano, D., Urdánigo, J., & Sánchez, M. (2023). Gestión ecoeficiente de residuos sólidos domiciliarios para el desarrollo sostenible del cantón Quevedo. *Revista Científica PENTACIENCIAS*. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/878/1209>
- Vaca, G. (2020). *Análisis de la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Latacunga, principales actores, 2014-2018* [Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales]. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/16571/2/TFLACSO-2020GMVR.pdf>
- Vásquez, P. (2023). *Implementación de un proyecto escolar enfocado en la producción de abono orgánico, para el cultivo de huertos familiares, con los estudiantes de noveno año de la Unidad Educativa Chaltura, cantón Antonio Ante* [Tesis de posgrado, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14011/2/PG%201436%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Vejarano, L. (2023). *Tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios, aplicando técnica de digestión anaeróbica para producir bioabono a nivel de laboratorio, urbanización 4 Suyos* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5157f6fd-e8ea-4441-8338-7346ffde6d3a/content>
- Vera, N., Banguera, L., Vásquez, W., & Llamuca, G. (2023). La intervención de la logística en la gestión de residuos sólidos en Latinoamérica. *Revista Científica de Investigación Actualización del Mundo de las Ciencias*, 328-350.
- Vergara, L. (2023). *Formulación de estrategias de gestión de los residuos sólidos orgánicos de la UCC* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5157f6fd-e8ea-4441-8338-7346ffde6d3a/content>
- Villegas, V., & Laines, J. (2020). *Vermicompostaje: avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 393–406. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.59>
- Vinueza, V., & Vasco, S. (2023). Gestión de residuos hospitalarios. *Revista de Investigación Talentos*. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.1.184>
- Yugcha, S., & Pérez, R. (2018). *Análisis del sistema de recolección de basura y su relación en la disposición de los residuos en la ciudad de Tulcán*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/650/1/TESIS%20ANALISIS%20DE%20RECOLECCI%C3%93N..pdf>
- Zambrano, D., & Guzmán, A. (2021). *Biospección de cepas de hongos y bacterias productoras de enzimas que aceleren la descomposición de residuos agropecuarios en el compostaje* [Tesis de posgrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11112/2/PG%20823%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Zamora, I., & Coello, E. (2020). *Gases emitidos por la basura, sus consecuencias en el medio ambiente*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://revistafdm.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2021/05/4TO.-A-PAPER-GASES-EMITIDOS-POR-LA-BASURA.-LISTO.pdf>
- Zhang, S., Xia, T., Wang, J., Zhao, Y., Xie, X., Wei, Z., & Son, X. (2021). Role of *Bacillus* inoculation in rice straw composting and bacterial community stability after inoculation: Unite resistance or individual collapse. *Magazine Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125464>