UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, 2026”

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

Autores:
Ortiz Ramos Jessica Isabel
Panchi Chila Denys Josue

Tutor:
Cajas Cayo Isaac Eduardo

LATACUNGA – ECUADOR
Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Ortiz Ramos Jessica Isabel, con cédula de ciudadanía No. 0550070007, y Panchi Chila Denys Josue con cédula de ciudadanía No. 0502956816 declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **"PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, 2026"**, siendo el Ingeniero Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo, Tutor del presente trabajo; y, eximos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 6 de agosto del 2026

Jessica Isabel Ortiz Ramos
C.C: 0550070007
ESTUDIANTE

Denys Josue Panchi Chila
C.C: 0502956816
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE LA AUTORA

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ORTIZ RAMOS JESSICA ISABEL**, identificada con cédula de ciudadanía **0550070007** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, 2026"**, 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 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutor: Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo, Mg.

Tema: "Producción De Abonos Orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, 2026".

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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 6 días del mes de agosto del 2026.

Jessica Isabel Ortiz Ramos	Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CEDENTE	**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 **PANCHI CHILA DENYS JOSUE**, identificado con cédula de ciudadanía **0502956816** 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 **"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÒN INTEGRAL DE RESIDUOS COMUNES PARA LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR PRODUCTIVO VETERINARIO DEL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO, 2026"**, 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 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutor: Ingeniero Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo

Tema: "Producción De Abonos Orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, 2026".

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 6 días del mes de agosto de 2026

Denys Josue Pachi Chila
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 sobre el título:

"PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, 2026" de Ortiz Ramos Jessica Isabel y Denys Josue Panchi Chila, 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, 6 de agosto del 2026

Ing. Issac 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, la postulante: Ortiz Ramos Jessica Isabel y Panchi Chila Denys Josue, con el título de Proyecto de Investigación: **"PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI 2026",** 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 normativa institucional.

Latacunga, 6 de agosto del 2026

Dr. Andrade Valencia José Antonio, PhD.
C.C: 0502524481
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Dr. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, PhD.
C.C: 0502188451
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Lcdo. Salazar Arias Juan Pio, Mg.
C.C: 0501389530
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la vida, la salud, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis queridos abuelitos, por ser un ejemplo de esfuerzo, valores y perseverancia. Gracias por sus consejos, sus oraciones y el inmenso cariño que siempre me brindaron. Su apoyo ha sido una fuente de inspiración para seguir adelante pese a que ahora están en el cielo siempre viven en mi corazón, pensamientos y logros como este.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi madre, que con el valor que solo una mujer perseverante y muy aguerrida sabe lo hizo fue un padre y una madre increíble conjuntamente con mis abuelitos, ella quien ha sido el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, sus sacrificios, su apoyo constante y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro también es suyo.

A mi hermano, por acompañarme a lo largo de este camino, por su comprensión, sus palabras de aliento y por motivarme a nunca rendirme.

A mis tíos y primos, quienes siempre estuvieron presentes con su apoyo, confianza y buenos deseos. En especial a mis tíos Cesar y Miriam por ayudarme en todo y ser un apoyo importante en mi vida, y a mi primo Leonel él no sabe, pero siempre su presencia alegra mis días y me ayuda a continuar. Gracias por cada palabra de ánimo y por celebrar conmigo cada pequeño avance durante este proceso.

De manera muy especial, agradezco a mi novio por su amor, paciencia y comprensión. Gracias por acompañarme en cada etapa de este camino, por motivarme cuando las fuerzas parecían faltar y por creer siempre en mis capacidades. Tu apoyo incondicional fue fundamental para alcanzar esta meta, a mi amiguito Cesar por su paso por la tierra ser un gran amigo y fiel compañero, por su puesto a mi compañero de tesis Josué gracias por ser mi amigo fiel, ser cariñoso y muy carismático te quiero mucho, como no a mis amigas Anita y Paola por acompañarme y ser luz en mi camino en días oscuros gracias queridas amigas.

Finalmente, agradezco a mis docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi a mí querido tutor Ingeniero Eduardo Cajas y a la Ingeniera Mercy Ilbay por su manera singular de forjar el carácter de sus alumnos y mío personal, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación académica y profesional. Asimismo, extiendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la culminación de esta investigación.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Jessica Isabel Ortiz Ramos

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por iluminar mi camino, darme fortaleza y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis amados abuelitos, quienes con su cariño, consejos y valores han sido una inspiración constante en mi vida. Su ejemplo me ha enseñado a enfrentar cada desafío con valentía y humildad, aunque ahora no se encuentren aquí en la tierra yo sé que me cuidad y me guían como lo hacían, mami Chavi y mi papi Segundo claro que este logro es más suyo que mío gracias infinitas por todo.

A mi querida madre, por ser mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y perseverancia. Gracias por cada sacrificio realizado, por creer siempre en mí y por brindarme el apoyo incondicional que hizo posible este logro. Todo lo que soy y lo que he alcanzado es, en gran parte, gracias a ti.

A mi hermano, por estar siempre a mi lado, compartir mis alegrías y dificultades, y motivarme a seguir adelante con entusiasmo y determinación.

A mis tíos y primos, por su apoyo, confianza y palabras de aliento durante este importante proceso académico.

A mi novio, por acompañarme con amor, paciencia y comprensión. Gracias por creer en mí, impulsarme a no rendirme y celebrar conmigo cada logro alcanzado. Tu apoyo fue fundamental para culminar esta meta, como no a mi compañero y socio amigo del alma Josue Panchi gracias por acompañarme en este camino lleno de mucha entrega y compromiso por ser un amigo bacán como pocos hoy en día.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y contribuyeron a que este sueño hoy sea una realidad.

Jessica Isabel Ortiz Ramos

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, elevo mi gratitud a Dios, por otorgarme el don de la vida, la salud y la fortaleza necesaria para superar cada reto, guiando mis pasos y dándome la sabiduría para culminar con éxito esta importante etapa de mi formación profesional.

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a mis queridos padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, sus desvelos, sus sacrificios diarios y por inculcarme el valor del trabajo y la humildad. Este logro es el reflejo de sus enseñanzas y de su constante apoyo; a ustedes les debo todo lo que soy.

A mis hermanos, por caminar a mi lado en este trayecto, por su comprensión, sus palabras de aliento en los momentos de cansancio y por ser siempre un respaldo incondicional con el que sé que puedo contar en cualquier circunstancia.

A mis amados sobrinos, por llenar mis días de alegría con sus sonrisas y por convertirse en una motivación constante para seguir adelante, superar mis límites y dejarles un ejemplo de esfuerzo y superación.

Un agradecimiento muy especial a mi compañera de tesis, Jessica Isabel, por su entrega, dedicación y valioso trabajo en equipo durante la realización de este proyecto de investigación. Gracias por su comprensión, paciencia y por la sincera amistad fiel que consolidamos a lo largo de este camino.

A mis estimados docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a mí querido tutor el Ingeniero Isaac Cajas y de manera especial a los profesores de la carrera de Ambiental, por compartir de manera generosa sus conocimientos, guiar mi aprendizaje con vocación y contribuir decisivamente a mi preparación como profesional.

Finalmente, extiendo mi gratitud a todas aquellas personas que, de una u otra forma, me brindaron su apoyo y buenos deseos para hacer posible la consecución de esta meta. A todos ustedes, mi más sincero y eterno agradecimiento.

Denys Josue Panchi Chila

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo de titulación a Dios, por bendecirme cada día con vida, salud y la fortaleza para superar las adversidades, siendo la luz que guía mi camino y el sustento en cada paso de esta etapa.

A mi papá y a mi mamá, con profunda gratitud y amor infinito. A ustedes les dedico este gran logro, pues son mi mayor orgullo y el pilar que sostiene mi vida. Gracias por sus sacrificios, por sus desvelos, por sus consejos sabios y por enseñarme el verdadero valor de la perseverancia. Cada esfuerzo plasmado en estas páginas es el fruto de su dedicación y de la fe que siempre tuvieron en mí.

A mis hermanos, Erika y Hugo, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional, sus palabras de ánimo y su compañía constante en todo momento. Gracias por ser un refugio seguro, por motivarme a no rendirme jamás y por compartir conmigo la alegría de alcanzar esta importante meta.

Y a todas y cada una de las personas que, de una u otra manera, cruzaron por mi camino durante este proceso ya sea con un consejo, una palabra de aliento, un gesto de apoyo o simplemente con su presencia en los momentos de esfuerzo y desvelo, les dedico también este triunfo, principalmente a mi mejor amiga Jessica Isabel. Este logro no es solo mío, sino el resultado del cariño y la energía de todos los que creyeron en mí y me acompañaron en el trayecto. Gracias por ser parte de mi historia.

Denys Josue Panchi Chila

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, 2026".

Autores:

Ortiz Ramos Jessica Isabel

Panchi Chila Denys Josue

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar abonos orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos generados en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, con el propósito de aprovechar la fracción orgánica de los residuos, disminuir la cantidad destinada a disposición final y contribuir a una gestión ambiental sostenible mediante la producción de compost. Como parte del desarrollo de la investigación, se establecen las siguientes acciones, analizar un sistema de gestión de residuos orgánicos para la transformación de los residuos en abono, caracterizar los tipos y cantidad de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo y diseñar un sistema de producción de abono orgánico, con los residuos generados en el cantón.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, de tipo descriptivo y diseño no experimental. La caracterización física se efectuó mediante muestreos realizados en 115 viviendas, correspondientes a una población de 479 habitantes, durante siete días consecutivos. Como resultado se determinó una generación total de 633,94 kg de residuos sólidos orgánicos y una producción per cápita de 0,19 kg/habitante/día. Asimismo, las encuestas evidenciaron que el 82,7 % de la población reconoce el potencial de los residuos orgánicos para producir abono, 17**,**3 % indicó desconocer el proceso adecuado de compostaje. El compost obtenido a partir de verduras, hortalizas, frutas, desechos de alimentos y residuos de jardín fue sometido a análisis físico-químicos, obteniéndose valores de pH entre 6,92 y 7,42, humedad de 33,5 a 41,2 %, materia orgánica de 47,9 a 58,4 %, carbono orgánico de 27,5 a 33,2 %, nitrógeno total de 1,43 a 1,95 %, fósforo de 0,57 a 0,83 %, potasio de 2,29 a 3,54 % y una relación C/N entre 16:1 y 20:1, además de concentraciones adecuadas de calcio, magnesio y micronutrientes, evidenciando un compost estabilizado y de buena calidad agronómica. Se concluye que el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos mediante compostaje constituye una alternativa técnica, ambiental y socialmente viable para fortalecer la economía circular, reducir la contaminación ambiental y mejorar la gestión integral de los residuos sólidos en el cantón Salcedo.

Palabras clave: Abono orgánico; compostaje; economía circular; gestión integral de residuos; residuos sólidos urbanos; sostenibilidad ambiental.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: "PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZERS FROM URBAN SOLID WASTE IN THE SALCEDO CANTON, COTOPAXI PROVINCE, 2026"

Authors:

Ortiz Ramos Jessica Isabel

Panchi Chila Denys Josue

ABSTRACT

The objective of this research was to produce organic fertilizers from municipal solid waste generated in the Salcedo canton, Cotopaxi province, with the aim of utilizing the organic fraction of the waste, reducing the amount sent to landfills, and contributing to sustainable environmental management through compost production. As part of the research, the following actions were undertaken: analyzing an organic waste management system for converting waste into compost; characterizing the types and quantities of organic waste generated in the Salcedo canton; and designing an organic compost production system using the waste generated in the canton. The research was conducted using a mixed-methods approach, with a descriptive and non-experimental design. The physical characterization was carried out through sampling in 115 households, representing a population of 479 residents, over seven consecutive days. The results showed a total generation of 633.94 kg of solid organic waste and a per capita production of 0.19 kg/person/day. Furthermore, the surveys revealed that 82.7% of the population recognizes the potential of organic waste to produce compost, while 17.3% indicated they were unaware of the proper composting process. The compost obtained from vegetables, fruits, food scraps, and yard waste was subjected to physical and chemical analyses, yielding pH values between 6.92 and 7.42, moisture content ranging from 33.5% to 41.2%, organic matter content ranging from 47.9% to 58.4%, organic carbon ranging from 27.5% to 33.2%, total nitrogen from 1.43% to 1.95%, phosphorus from 0.57% to 0.83%, potassium from 2.29% to 3.54%, and a C/N ratio between 16:1 and 20:1, in addition to adequate concentrations of calcium, magnesium, and micronutrients, indicating a stabilized compost of good agronomic quality. It is concluded that the utilization of municipal solid waste through composting constitutes a technically, environmentally, and socially viable alternative for strengthening the circular economy, reducing environmental pollution, and improving the integrated management of solid waste in the Salcedo canton.

KEYWORDS: Organic fertilizer; composting; Circular economy; Integrated waste management; Municipal solid waste; Environmental sustainability.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA..... ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN viii
AGRADECIMIENTO ix
DEDICATORIA x
AGRADECIMIENTO xi
DEDICATORIA xii
RESUMEN xiii
ABSTRACT..... xiv
ÍNDICE DE CONTENIDO……..xv
ÍNDICE DE TABLAS……..xx
ÍNDICE DE FIGURAS…….. xxi
1. Información General del Proyecto 1
2. Introducción.....2
3. Justificación 2
4. Beneficiarios del Proyecto.....4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 4
6. OBJETIVOS.....5
6.1. OBJETIVO GENERAL 5
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. 6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....7
8.1. MARCO TEÓRICO.....7

8.1.1. Conceptos básicos 7
8.1.1.1. Desecho 7
8.1.1.2. Residuo 7
8.1.1.3. Residuos sólidos 8
8.1.1.4. Residuos Sólidos Urbanos 8
8.1.1.5. Residuos orgánicos 8
8.1.2. Insumos biológicos y agentes biotransformadores en el compostaje 9
8.1.3. Situación de los residuos orgánicos en Cotopaxi: 9
8.1.3.1. Situación de la generación de residuos orgánicos en el sector comercial y de abasto del Cantón Salcedo 10
8.1.4. Proceso de recolección de residuos en el Cantón Salcedo 13
8.1.5. Residuos Orgánicos y su importancia 14
8.1.6. Clasificación de los residuos orgánicos 15
8.1.6.1. Fracción Orgánica 15
8.1.7. Residuos orgánicos y medio ambiente 16
8.1.7.1. Comprendiendo la gestión de residuos sólidos 17
8.1.7.2. Gestión de residuos 17
8.1.8. Efectos directos en el barrio 18
8.1.8.1. Razones para la reutilización de residuos en los barrios 18
8.1.8.2. Efectos de la reutilización comunitaria 18
8.1.9. Enfoques y mejores prácticas para la gestión de residuos 19
8.1.10. Factores del proceso de compostaje 20
8.1.11. Producción per cápita 20
8.1.12. Tipos de abonos orgánicos 21
8.2. MARCO LEGAL 21
8.2.1. Leyes y Código Orgánico del Ambiente (COA) 21
8.2.2. Acuerdos Ministeriales 22

8.2.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) 24
8.2.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) - Libro VI Calidad Ambiental 24
8.2.5. Ordenanza Municipal que regula el Barrido, Recolección, Transporte, Transferencia y Disposición Final de los Residuos Sólidos 24
9. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 25
10. METODOLOGÍA 26
10.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 26
10.2. Tipo de Investigación 26
10.2.1. Investigación Bibliográfica 26
10.2.2. Investigación descriptiva 26
10.2.3. Investigación de campo 26
10.3. Métodos 27
10.3.1. Método Deductivo 27
10.3.2. Método inductivo 27
10.3.3. Método cualitativo 27
10.3.4. Método de cuarteo 27
10.4. Técnicas 28
10.4.1. Observación 28
10.4.2. Análisis de datos 28
10.4.3. Población y Muestreo 28
10.4.4. Cálculo de la producción per cápita 29
10.4.5. Construcción y acondicionamiento de la cama compostera 29
10.4.6. Materiales 29
10.4.7. Área de estudio 30
10.4.8. Situación actual del cantón Salcedo 31
11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 32

11.1. Diagnóstico de la situación actual 32
11.1.1. Analizar un sistema de gestión de residuos orgánicos para la transformación de los residuos en abono.....32
11.1.1.1. Análisis general en las encuestas.....38
11.1.2. Caracterizar los tipos y cantidad de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo……...39
11.1.2.1. Tipos y cantidad de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo.....39
11.1.2.2. Puntos de muestreo.....39
11.1.2.3. Cálculo de la generación per cápita del Cantón Salcedo.....44
11.1.2.4. Producción total de residuos orgánicos 45
11.1.2.5. Método de cuarteo 45
11.1.3. Diseñar un sistema técnico de producción de abono orgánico con los residuos generados en el cantón Salcedo 47
11.1.3.1. Propuesta 47
11.1.3.2. Etapa de generación de residuos sólidos en el Cantón Salcedo 48
11.1.3.3. Programa de educación ambiental para los ciudadanos del Cantón Salcedo Introducción 50
11.1.3.4. Diseño de rutas de recolección diferenciada 52
11.2. Proceso de elaboración del compost mediante tratamiento biológico con enzimas……..55
11.2.1. Determinación del área para el compostaje 56
11.2.2. Análisis comparativo del dimensionamiento de camas composteras para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en el cantón salcedo 56
11.2.4. Tiempo para elaborar el compost.....60
11.2.5. Método de Compostaje Utilizado 64
11.2.5.1. Factores que implican la elaboración del compost.....65
11.2.5.2. Tipo de Abono elaborado 65

11.2.6. Análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y metales pesados del abono elaborado a base de los residuos orgánicos generados en el Cantón Salcedo. .67

11.2.6.1. Parámetros físicos y químicos de los diferentes tipos de compost elaborados……..67

11.2.7. Etapa de disposición final de residuos sólidos.....68

11.2.8. Separación en la fuente 71

11.2.9. Sistema de producción de abono orgánico.....74

11.2.10. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.....78

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 83

12.1. Conclusiones.....83

12.2. Recomendaciones 84

13. ANEXOS……...90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios del proyecto 4
Tabla 2 Actividades y metodologías con relación a los objetivos planteados 6
Tabla 3 Funcionamiento de Plazas y mercados en Cantón Salcedo 11
Tabla 4 Datos para el tamaño de muestra 28
Tabla 5 Materiales utilizados durante el desarrollo de la investigación 30
Tabla 6 Cuantificación de residuos orgánicos del cantón Salcedo. 41
Tabla 7 Peso de los residuos orgánicos cantón Salcedo 47
Tabla 8 Programa de generación de residuos orgánicos domiciliarios 49
Tabla 9 Programa de educación ambiental para los ciudadanos del Cantón Salcedo.....51
Tabla 10 Diseño de rutas de recolección diferenciada.....53
Tabla 11 Parámetros de un plan para una cama compostera. 57
Tabla 12 Seguimiento de maduración temperatura y Ph de compost 60
Tabla 13 Proceso detallado de elaboración del compost. 62
Tabla 14 Descripción del tipo de abono.....66
Tabla 15 Análisis de los parámetros físico y químico en los abonos. 67
Tabla 16 Programa de disposición final.....69
Tabla 17 Separación en la fuente 72
Tabla 18 Sistema de producción de abono orgánico.....76
Tabla 19 Identificación de riesgos y medidas preventivas 79
Tabla 20 Resumen de impactos generados por el proyecto 82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 MAPA- Área de estudio 31
Figura 2 Pregunta 1. ¿Usted conoce qué es un residuo orgánico? 32
Figura 3 Pregunta 2. ¿Con qué frecuencia generan residuos orgánicos en su hogar?.....33
Figura 4 Pregunta 3. ¿Conoce el proceso de elaboración de abono orgánico mediante compostaje? ..33
Figura 5 Pregunta 4. ¿Ha recibido información sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos?.....34
Figura 6 Pregunta 5. ¿Considera que los residuos orgánicos pueden reutilizarse para producir abono? 35
Figura 7 Pregunta 6. ¿En su hogar se desperdician restos de frutas y verduras que podrían aprovecharse?.....35
Figura 8 Pregunta 7. ¿Estaría dispuesto(a) a clasificar los residuos orgánicos en su hogar?.....36
Figura 9 Pregunta 8. ¿Considera que la producción de abono orgánico ayuda a disminuir la contaminación ambiental? 37
Figura 10 Pregunta 9. ¿Cree necesario implementar programas de compostaje en el cantón Salcedo? 37
Figura 11 Pregunta 10. ¿Estaría dispuesto a participar en proyectos de producción de abono orgánico en su comunidad?.....38
Figura 12 Distribución de los puntos de muestreo para la caracterización de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el cantón Salcedo. 40
Figura 13 División de los cuadrantes para la aplicación del método de cuarteo. 46
Figura 14 Cuadrantes (A y D).....46
Figura 15 Mapa de ruta de recolección.....55
Figura 16 Diseño de las camas composteras.....56
Figura 17 Diseño de camas composteras 58
Figura 18 Elaboración de la cama compostera 59
Figura 19 Colocación de los residuos orgánicos en la cama compostera 59
Figura 20 Primera remoción de los residuos sólidos 60
Figura 21 Constante monitoreo del abono. 64
Figura 22 Compostaje aeróbico 65

1. Información General del Proyecto

Título del Proyecto: "Producción de abonos orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi 2026".
Fecha de inicio: Abril del 2026
Fecha de finalización: Agosto del 2026
Lugar de ejecución: Cantón Salcedo
Cantón: Salcedo
Provincia: Cotopaxi

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Ambiental

Equipo de Trabajo:

- **Tutor de titulación:** Ing. Issac Eduardo Cajas Cayo, Mg
- **Investigador 1:** Srta. Ortiz Ramos Jessica Isabel
- **Investigador 2:** Sr. Denys Josue Panchi Chila
- **Lector 1:** Dr. Andrade Valencia José Antonio, PhD.
- **Lector 2:** Dr. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, PhD.
- **Lector 3:** Lcdo. Salazar Arias Juan Pio, Mg.

Área de conocimiento:
Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

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

Sub línea de investigación de la carrera:
Sostenibilidad ambiental.

Proyecto de investigación vinculado:
Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social

Proyecto de vinculación:
Gestión integral de residuos sólidos.

2. Introducción

La gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos constituye uno de los principales problemas ambientales que enfrentan los gobiernos locales, debido al incremento en la generación de desechos ocasionado por el crecimiento poblacional, la urbanización y los cambios en los hábitos de consumo. En salcedo, los residuos en gran parte son de materia orgánica biodegradable de rellenos sanitarios o botadero, lo que produce impactos ambientales como la emisión del gas de efecto invernadero, mal olor, producción de lixiviados y la proliferación de los vectores.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos por la producción de abonos orgánicos son una alternativa sostenible que reduce la cantidad de los residuos de la disposición final. El compost obtenido a partir de residuos orgánicos constituye una enmienda de alta calidad que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementa su fertilidad y disminuye la dependencia de fertilizantes sintéticos, aportando beneficios tanto ambientales como económicos.

La presente investigación, tiene como propósito elaborar abonos orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi 2026. De eta amanera, el análisis de las condiciones para la elaboración del compost y el sistema técnico se orientó a la producción del abono orgánico como alternativa ambiental sostenible.

Finalmente, se pretende que el resultado del estudio brinde una propuesta técnica del aprovechamiento de los residuos urbanos orgánicos producidos en Salcedo, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y en base a la promoción sostenible.

3. Justificación

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos constituye uno de los principales retos ambientales para los gobiernos locales, debido al incremento en la generación de desechos ocasionado por el crecimiento poblacional, la urbanización y las modificaciones en los patrones de consumo. En el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, una proporción importante de los residuos sólidos urbanos corresponde a materia orgánica biodegradable que, al no ser aprovechada adecuadamente, es destinada a disposición final, generando impactos negativos como la emisión de gases de efecto invernadero, la producción de lixiviados, la proliferación

de vectores y el deterioro de la calidad ambiental Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2024).

Desde la perspectiva ambiental debido a que se propone el aprovechamiento de la fracción orgánica del residuo sólido urbano por medio de la producción de los abonos orgánicos del compostaje. A la vez, la tecnología permite que se transforme residuos biodegradables dentro de un producto rico en los nutrientes y la reducción de los residuos enviados a la disposición final (Román *et al.*, 2013).

Socialmente, el estudio contribuye al fortalecimiento de la conciencia ambiental de la población por la promoción de las prácticas de separación de residuos orgánicos y su aprovechamiento. La participación ciudadana en programas de valorización de residuos favorece la reducción de la contaminación y fortalece la corresponsabilidad entre la comunidad y las instituciones encargadas de la gestión ambiental (Silpa *et al*., 2018).

En el ámbito económico, la producción de abonos orgánicos representa una alternativa para valorizar los residuos sólidos urbanos, disminuir los costos asociados a la disposición final y generar un insumo útil para las actividades agrícolas del cantón. El uso de compost reduce parcialmente la dependencia de fertilizantes sintéticos, mejora la fertilidad del suelo y promueve sistemas de producción agrícola más sostenibles y rentables (Román *et al.*, 2013).

En el aspecto científico y académico, la investigación aportará información técnica sobre la caracterización y el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el cantón Salcedo, proporcionando una propuesta que podrá servir como base para futuras investigaciones y proyectos de gestión ambiental.

La investigación también tiene un sustento legal enmarcado desde el Código Orgánico del Ambiente, que establece la responsabilidad de la gestión integral del residuo y el aprovechamiento de los procesos de reciclaje. De igual manera, se fundamenta en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente y en las políticas nacionales orientadas a la reducción de la contaminación y al fortalecimiento de la economía circular (REPÚBLICA DEL ECUADOR ASAMBLEA NACIONAL, 2017).

4. Beneficiarios del Proyecto

En la **tabla 1** se puede observar que la investigación tiene como beneficiarios directos a los habitantes del cantón Salcedo que participan en la generación y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, así como a los productores agrícolas que podrán utilizar el abono orgánico obtenido mediante el proceso de compostaje. Los beneficiarios indirectos corresponden a la población total del cantón Salcedo según (INEC, 2022), quienes se verán favorecidos por la reducción de la contaminación ambiental, el mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos y el fortalecimiento de prácticas sostenibles.

Tabla 1

Beneficiarios del proyecto

BENEFICIARIOS DIRECTOS	Cantidad	BENEFICIARIOS INDIRECTOS	Cantidad
Habitantes encuestados del cantón Salcedo	382	Población del cantón Salcedo	67.493
Total	**382**	**Total**	**67.493**

Nota: *Se describe la cantidad de beneficiarios directos e indirectos del Mercado Mayorista del cantón Latacunga*.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el Ecuador, la gestión integral de los residuos sólidos constituye uno de los principales desafíos ambientales para los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD). El crecimiento poblacional, la urbanización y el incremento en el consumo han provocado un aumento constante en la generación de residuos sólidos municipales, sin que exista una infraestructura suficiente para su separación, aprovechamiento y tratamiento (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2024). En la mayoría de los cantones, los residuos orgánicos representan entre el 50 % y el 60 % del total de los desechos domiciliarios; sin embargo, estos son mezclados con residuos inorgánicos y finalmente dispuestos en rellenos sanitarios o botaderos, desaprovechando su potencial para la producción de compost o abonos orgánicos (Alarcón Montero et al., 2024).

En la provincia de Cotopaxi, la gestión de los residuos sólidos continúa siendo un desafío para los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, debido al incremento de la población, el crecimiento de las actividades comerciales y agrícolas, y la limitada implementación de estrategias para el aprovechamiento de los residuos orgánicos (INEC, 2022). Aunque una gran parte de los desechos generados corresponde a materia orgánica proveniente de los hogares, mercados, restaurantes y actividades agropecuarias, estos residuos suelen mezclarse con materiales reciclables y no reciclables, dificultando su valorización y promoviendo su disposición final en rellenos sanitarios o sitios de disposición controlada.

Considerando que Salcedo es un cantón con una importante actividad agrícola y pecuaria, el desaprovechamiento de los residuos orgánicos representa también la pérdida de una materia prima que podría transformarse en abono orgánico de calidad para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agrícolas, reduciendo al mismo tiempo la dependencia de fertilizantes químicos y promoviendo prácticas productivas más sostenibles. En el cantón Salcedo, aunque una gran proporción de estos residuos es de origen orgánico, su manejo continúa siendo insuficiente debido a la limitada separación en la fuente y al escaso aprovechamiento mediante procesos de transformación (*Actualización De Los Planes De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial*, 2023). Esta realidad ocasiona un aumento del volumen de residuos destinados a disposición final, acelerando la saturación de los sistemas de gestión y generando impactos ambientales asociados a la contaminación del suelo, del agua y del aire. A la vez, la falta del sistema técnico de residuos orgánicos limita la posibilidad de tener productos con valores agregados que se utilicen por los agricultores del cantón Salcedo. A la vez, la situación es una oportunidad de implementación de alternativas sostenibles (*Actualización De Los Planes De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial*, 2023).

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar abonos orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi 2026.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar un sistema de gestión de residuos orgánicos para la transformación de los residuos en abono.
- Caracterizar los tipos y cantidad de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo.
- Diseñar un sistema de producción de abono orgánico, con los residuos generados en el cantón Salcedo.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Se desarrolló un conjunto de actividades y metodologías organizadas de acuerdo con los objetivos específicos planteados, permitiendo resumir los resultados alcanzados durante la investigación. En la **tabla 2** se presenta la sistematización correspondiente a cada objetivo específico.

Tabla 2

Actividades y metodologías con relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Analizar un sistema de gestión de residuos orgánicos para la transformación de los residuos en abono.	Revisión bibliográfica sobre sistemas de gestión de residuos orgánicos. Análisis de procesos de separación, recolección, almacenamiento y tratamiento de residuos orgánicos.	Investigación bibliográfica. Método analítico. Método deductivo e inductivo.	Análisis de un sistema de gestión de residuos orgánicos aplicable al cantón Salcedo para el aprovechamiento de residuos mediante compostaje, se analiza con una pequeña caracterización mediante las encuestas realizadas a un porcentaje de la población del cantón Salcedo.
Caracterizar los tipos y cantidad de residuos orgánicos	Visita in situ a los sectores de estudio. Recolección y pesaje de residuos orgánicos. Clasificación de residuos orgánicos	Investigación de campo. Método descriptivo. Método de cuarteo.	Cantidad de residuos orgánicos. PPC=0,19 kg/habitante*día Se caracterizó el 27,51% de las

generados en el cantón Salcedo.	generados, hogares y comercios. Aplicación de encuestas y observación directa	Técnicas de observación y encuestas. Cálculo de producción per cápita. PPC=Kg recolectados RO# viviendas * día	verduras, 24,34% de hortalizas, 22,46% de las frutas, 20,34% de los desechos de alimentos y el 5,37% de residuos de jardín.
Diseñar un sistema de producción de abono orgánico con los residuos generados en el cantón Salcedo.	Diseño del sistema técnico de compostaje. Preparación y mezcla de residuos orgánicos. Monitoreo de temperatura, humedad y tiempo de descomposición. Elaboración del abono orgánico.	Método experimental. Tratamiento biológico mediante compostaje. Observación y control de variables del proceso.	Propuesta técnica orientada a la implementación de un modelo de aprovechamiento y producción de abono orgánico. Se obtuvo un compost de óptima calidad, estabilizado y con elevado contenido nutricional para aplicaciones agrícolas.

Nota: *Cumplimiento de los objetivos con las actividades desarrolladas, la metodología aplicada y los resultados esperados dentro de la investigación*.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. MARCO TEÓRICO

8.1.1. Conceptos básicos

8.1.1.1. Desecho

Consisten en sustancia sólidas, líquidas, materiales compuestos que resultan de la extracción, transformación, procesamiento, uso o consumo y cuya eliminación o disposición final se realiza de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable y no pueden ser aprovechados ni regenerado (Incinerox, 2024).

8.1.1.2. Residuo

Son las sustancias sólidas, líquidas semisólidas, gaseoso o materiales compuestos que resultan del proceso de producción, reciclaje, extracción, utilización o consumo, a cuya

eliminación o disposición final se ajusta a lo establecido en la legislación ambiental nacional o internacional aplicable y es apta para su uso o recuperación (Incinerox, 2024).

Al momento de establecer que se considera "residuo", de la propia definición surge claramente que se trata de un término intrínsecamente subjetivo, pues depende de los actores involucrados. Uno de los ejemplos más claros de que se está frente a un término subjetivo es que, quien decide si un determinado objeto continúa siendo útil o no es su propietario. Otro ejemplo es cuando existe posibilidad de reciclaje y por lo tanto el residuo deja de serlo, transformándose en materia prima de otro proceso (Incinerox, 2024).

8.1.1.3. Residuos sólidos

Material que se desecha una vez que haya realizado un trabajo o cumplido con una misión, pero que de algún modo puede ser usado posteriormente, reutilizándolo, reciclándolo. Con una buena gestión o manejo cualquier residuo puede retornar a su ciclo. Los residuos pueden ser divididos entre residuos orgánicos e inorgánicos. Como ejemplos de este segundo tipo de residuos tenemos las botellas (plásticas o de vidrio), las cajas de cartón, papel, etc (INEC, 2025).

8.1.1.4. Residuos Sólidos Urbanos

Son aquellos generados en espacios urbanos y zonas relacionadas. Los domicilios, las oficinas, los almacenes, tiendas, empresas, etc. producen estos residuos. Los residuos orgánicos son desechos de origen biológico (vegetal o animal) que se descomponen naturalmente por la acción de microorganismos. Al separarlos adecuadamente, pueden transformarse en abono o composta para nutrir la tierra (INEC, 2025).

8.1.1.5. Residuos orgánicos

Los residuos orgánicos tienen su origen en los desechos industriales y posconsumo (estiércol animal o humano), productos cárnicos, plantas y flores, desechos de jardinería, entre otros. Este tipo de residuos se genera en grandes cantidades y, debido a sus características, debe ser tratado para reducir el impacto ambiental. A pesar de que los residuos orgánicos se descomponen de forma natural, preocupa la gran cantidad de residuos que se generan diariamente. De hecho, la velocidad a la que los seres humanos depositan estos residuos en la naturaleza es mayor que la velocidad a la que pueden procesarse de forma natural. Otra complicación es que los residuos pueden haber pasado por diversos procesos que suelen

dificultar su descomposición. A la vez, la preocupación de los residuos orgánicos de las industrias también es esencial que se consideren los domésticos que en ciertos países no se tratan de forma adecuada. A la vez, el tratamiento del residuo orgánico puede producir elevados cotos, en especial en el transporte, etc (INEC, 2025).

8.1.2. Insumos biológicos y agentes biotransformadores en el compostaje

La optimización del proceso de biotransformación y estabilización de los desechos biodegradables requiere incorporar elementos que agilicen la descomposición y eleven la calidad nutricional del producto como:

Melaza de caña de azúcar: Destaca como un concentrado rico en azúcares simples (sacarosa, glucosa y fructosa) y minerales esenciales como el potasio, cuya función es abastecer de energía inmediata a la microflora responsable de degradar la materia; esto permite acelerar el arranque de la fase mesófila, elevar rápidamente la temperatura interna y acortar el tiempo general de compostaje (Sanclemente Reyes et al., 2011).

Leche (o suero lácteo): Aporta un inóculo natural cargado de proteínas, aminoácidos y bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus spp.*), insumos que ayudan a estabilizar el pH del sustrato, acelerar el rompimiento de lípidos y proteínas complejas, solubilizar el fósforo presente y frenar el desarrollo de patógenos mediante competencia microbiológica (Cedeño Saltos, 2021).

Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) interviene en el compostaje procesando el material pre compostado mediante su tracto digestivo, convirtiéndolo en un humus de alta disponibilidad nutricional cargado de nitrógeno, potasio, ácidos húmicos y fitohormonas, mientras que su constante tránsito físico genera galerías que mejoran la ventilación, la porosidad y la retención de agua en la mezcla final (Bravo Macay & Loor Zambrano, 2021).

8.1.3. Situación de los residuos orgánicos en Cotopaxi:

La situación de los residuos orgánicos en la provincia de Cotopaxi representa un problema ambiental y sanitario debido al manejo inadecuado de los desechos generados en hogares, mercados, plazas y actividades agrícolas. En varios cantones de la provincia aún existe una limitada separación de residuos en la fuente, lo que provoca que gran parte de los desechos

orgánicos sean mezclados con basura común y enviados a botaderos o rellenos sanitarios (Guanoquiza & Pérez, 2025).

En diversos sectores urbanos de la provincia, especialmente en Latacunga, Salcedo y Pujili, se evidencian deficiencias en el manejo de residuos orgánicos. Los principales problemas son la acumulación de estos residuos en las zonas comerciales, la insuficiente separación en el punto de origen, el insuficiente conocimiento de su adecuado tratamiento y la saturación de los contenedores de almacenamiento.. Cuando estas situaciones persisten, también pueden producir efectos negativos sobre componentes ambientales como el suelo, el agua y el aire (Guanoquiza & Pérez, 2025).

Investigaciones realizadas en el mercado mayorista de Latacunga determinaron que muchos comerciantes no realizan separación adecuada de residuos y que existe alta generación de desechos orgánicos provenientes de verduras, frutas y hortalizas. Además, se comprobó que estos residuos pueden ser aprovechados mediante compostaje para producir abonos orgánicos útiles en la agricultura (Segovia, 2023).

En Salcedo se desarrollan propuesta conforme a los sistemas integrales de gestión aprovechando los residuos orgánicos productos por las plazas y mercados. De esta manera se tiene la existencia de botaderos y sistemas deficientes para tratar estas actividades.

Sin embargo, también existen iniciativas positivas de educación ambiental y reciclaje, como programas de compostaje, proyectos escolares y campañas de “Barrio Verde” para fomentar la correcta gestión de residuos sólidos y orgánicos (Zapata, 2025).

8.1.3.1. Situación de la generación de residuos orgánicos en el sector comercial y de abasto del Cantón Salcedo

El cantón Salcedo, ubicado en la provincia de Cotopaxi, es un importante centro de acopio, intercambio de productos agrícolas y comercialización de productos agrícolas en la sierra central del Ecuador (GAD Municipal del Cantón Salcedo, 2020). A la vez, se cuentan con centros de abastecimiento como la Plaza Eloy Alfaro, Augusto Dávalos, Gustavo Terán, la de Ganado y de Animales Menores y Hierbas (PDOT Salcedo, 2020).

La actividad comercial en estos recintos se intensifica principalmente durante los días de feria cantonal (jueves y domingos), jornadas en las que se movilizan volúmenes

significativos de productos perecederos tales como frutas, hortalizas, legumbres y forrajes (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2021). Como consecuencia de las actividades de descarga, selección, empaque y venta al por mayor y menor, estas plazas se consolidan como las principales fuentes puntuales no domiciliarias de generación de residuos sólidos biodegradables en el cantón (Pérez & Viteri, 2022). La fracción orgánica producida en estos espacios está compuesta mayoritariamente por restos vegetalales, cáscaras, hojas de cobertura y desechos orgánicos en estado de maduración o deterioro físico, los cuales poseen un elevado contenido de humedad y una rápida tasa de biodegradabilidad (Ramos *et al.*, 2020).

Desde la perspectiva de la gestión ambiental y del marco teórico del manejo de residuos, la generación en plazas de abasto presenta un comportamiento heterogéneo y discontinuo (Tchobanoglous *et al.,* 1994). La tasa de acumulación de desechos en estos puntos varía en función de la afluencia de comerciantes por centro de abasto y del tipo de mercancía comercializada, registrando mayor carga orgánica en espacios dedicados al expendio de víveres frescos y productos agrícolas (como las plazas Eloy Alfaro y Augusto Dávalos) en comparación con aquellos destinados al comercio de animales o insumos secos (GAD Municipal del Cantón Salcedo, 2020).

Sin embargo, la falta de sistemas de separación en la fuente e infraestructura adecuada dentro de los mercados ocasiona que estos residuos orgánicos se mezclen habitualmente con materiales inorgánicos de rechazo, lo que acelera los procesos de fermentación anaerobia imprevista, la emisión de malos olores y la lixiviación (MAATE, 2021). Esta problemática evidencia la importancia teórica y operativa de caracterizar y evaluar las fuentes de abasto del cantón Salcedo, ya que la concentración masiva de biomasa utilizable en sus plazas representa un potencial técnico significativo para la implementación de modelos de economía circular, compostaje y valorización biológica que reduzcan la presión sobre la disposición final municipal (Jaramillo & Zapata, 2017).

Tabla 3

Funcionamiento de Plazas y mercados en Cantón Salcedo

Plaza o mercado	Días de funcionamiento	Principales productos comercializados	Principales residuos orgánicos generados	Nivel de generación de residuos orgánicos

Mercado América	Lunes a domingo	Frutas, verduras, carnes, granos y alimentos preparados	Cáscaras de frutas, restos de verduras, residuos de alimentos, hojas	Alto
Plaza Eloy Alfaro	Jueves y domingo (días de feria)	Frutas, hortalizas y productos agrícolas	Cáscaras, hojas, frutas deterioradas y restos vegetales	Muy alto
Plaza Augusto Dávalos	Jueves y domingo (feria)	Productos agrícolas y alimentos frescos	Restos de frutas, verduras y residuos vegetales	Alto
Mercado Mayorista Gustavo Terán	Jueves (principalmente)	Comercialización mayorista de frutas, verduras y tubérculos	Frutas dañadas, verduras deterioradas, hojas y tallos	Muy alto
Plaza de Animales Menores	Jueves y domingo	Aves, cuyes, conejos y otros animales menores	Estiércol, restos de alimento, paja y residuos vegetales	Medio - Alto
Plaza de Hierbas	Jueves y domingo	Hierbas medicinales y aromáticas	Tallos, hojas secas, raíces y plantas en descomposición	Medio
Plaza de Ganado	Jueves y domingo	Ganado bovino, porcino y ovino	Estiércol, restos de forraje y residuos vegetales	Alto
Mercado La Tebaida	Lunes a domingo	Víveres, frutas, verduras y alimentos preparados	Cáscaras, restos de alimentos y residuos vegetales	Medio

Nota: *Descripción de los productos comercializados y los días de funcionamiento en plazas y mercados del Cantón Salcedo.* ***Fuente:*** *Acosta y Marquinez (2024).*

8.1.4. Proceso de recolección de residuos en el Cantón Salcedo

En el cantón Salcedo, la recolección de residuos sólidos es realizada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal mediante rutas establecidas y vehículos recolectores que recorren sectores urbanos y rurales. Los ciudadanos deben sacar la basura en días específicos para facilitar el servicio y evitar acumulación de desechos Los residuos son transportados hacia el relleno sanitario y centros de tratamiento, donde parte de los desechos reciclables y orgánicos reciben procesos de clasificación y aprovechamiento. No obstante, el sistema presenta dificultades relacionadas con el incremento de residuos, la limitada separación en la fuente y problemas operativos en la recolección y disposición final (Plasencia & Chango, 2022).

El proceso de recolección generalmente funciona así:

1. **Recolección domiciliaria**
   Los camiones municipales recorren diferentes sectores del cantón recogiendo residuos orgánicos e inorgánicos. En algunos casos se promueve la separación de basura desde los hogares.

2. **Transporte al centro de disposición**
   Se llevan al relleno sanitario y el centro de tratamiento del cantón, en donde se clasificación por tipos de materiales.

3. **Aprovechamiento de residuos orgánicos**
   Provienen de los mercados y las plazas que se destinan al proceso de compostaje.

4. **Reciclaje y clasificación**
   En Salcedo se cuenta con iniciativas y centros ecológicos en el que se separen los materiales de plástico, cartón y metal.

No obstante, el sistema de recolección de residuos sólidos presenta algunas limitaciones que afectan su funcionamiento. Entre las principales dificultades se encuentran la disponibilidad insuficiente de vehículos destinados a la recolección, la permanencia temporal de residuos en determinados sectores, la escasa clasificación de los desechos desde el lugar donde son generados y el incremento progresivo de residuos como consecuencia del crecimiento de la población y de sus actividades cotidianas.

8.1.5. Residuos Orgánicos y su importancia

Los residuos orgánicos son aquellos desechos de origen biológico que provienen de seres vivos, ya sean de origen vegetal o animal, y que tienen la capacidad de descomponerse de manera natural mediante la acción de microorganismos. Entre los principales residuos orgánicos se encuentran restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, residuos de poda, hojas secas, estiércol y otros materiales biodegradables generados en los hogares, mercados, actividades agrícolas y comerciales (FAO, 2021).

En el contexto de los residuos sólidos urbanos, los residuos orgánicos representan un porcentaje significativo del total de desechos generados, especialmente en zonas rurales y semiurbanas como el cantón Salcedo. Sin embargo, a pesar de su alto potencial de aprovechamiento, estos residuos suelen ser manejados de manera inadecuada, mezclados con otros desechos y siendo enviados a sitios de disposición final, donde generan diversos problemas ambientales (FAO, 2021).

Esta práctica facilita el reciclaje de materiales orgánicos al reintroducir nutrientes en el suelo, contribuyendo a una gestión más sostenible de los recursos. Cabe mencionar que la importancia del residuo orgánico se centra en la capacidad de transformarse en recurso útil. En el ámbito económico, el aprovechamiento de residuos orgánicos representa una alternativa viable para reducir costos en la producción agrícola, ya que disminuye la necesidad de fertilizantes químicos. Además, puede generar oportunidades de emprendimiento mediante la producción y comercialización de abonos orgánicos, fomentando así la economía local El reciclaje disminuye la acumulación de desechos en los vertederos. Una acción con la que se evita la contaminación del suelo y del agua. Si reduces la cantidad de residuos que generas, ayudas a mitigar el impacto ambiental y contribuir, en cierta medida, a frenar el cambio climático (Gadisa Retail, 2018).

La adecuada gestión del residuo orgánico permite la educación ambiental y prácticas sostenibles. Los residuos orgánicos no deben ser considerados como desechos sin valor, sino como recursos potenciales que, mediante un adecuado manejo, pueden generar beneficios ambientales, económicos y sociales. Su aprovechamiento es fundamental para avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible y una gestión integral de los residuos sólidos urbanos (Repsol, 2026).

8.1.6. Clasificación de los residuos orgánicos

Desde la perspectiva de la gestión de residuos, según (FAO, 2021) existen dos clases: fracción orgánica y recortes. La fracción orgánica se clasifica por tipos en residuos de origen alimentario y residuos de origen vegetal. Por tanto, combinando estos dos criterios, obtenemos la siguiente clasificación:

8.1.6.1. Fracción Orgánica

Origen alimentario y de cocina

Son residuos de la preparación de alimentos. Restos de comida, pieles de frutas, huesos, pieles, etc. En este punto también se consideran las toallas de papel sucias, las servilletas sucias y las servilletas de papel. Fracción vegetal o restos de origen vegetal.

Fracción Vegetal o restos de origen vegetal

Son desechos producidos por cantidades pequeñas de flores, planta o hierba.

Poda

En este caso se incluyen los residuos vegetales, pero a mayor escala. Por ejemplo, ramas de árboles y otros restos de madera. La poda requiere medios logísticos diferentes a los de la fracción vegetal; Se necesitan máquinas más grandes. Todos los residuos orgánicos, independientemente de la categoría a la que pertenezcan, deben ser tratados para su adecuada recogida y posterior procesamiento. Podemos empezar desde nuestra casa utilizando el contenedor marrón. Sin embargo, para los residuos de origen comercial e industrial es deseable que los profesionales sean responsables (Soluciones Medio Ambientales Morga, 2021).

1.- Residuos de alimentos: ej. Cáscaras de huevos o frutas, semillas, aceite, huesos, verduras. También incluyen los residuos de preparación de comidas o de manipulación y procesamiento de alimentos, restos de comida, alimentos en mal estado y excedentes de alimentos que no han sido comercializados ni consumidos (separados de sus envases).

2.- Residuos vegetales: restos de plantas de poda (hojas o ramas). Estos residuos requieren un manejo especial debido a la logística de recolección, manejo y tiempo de producción (frecuencia y tiempo).

3.- Restos materiales y de la naturaleza: incluye el algodón y las prendas de vestir confeccionadas con este material y las gasas, las prendas confeccionadas con pieles de animales y los restos de animales muertos.

4.- Residuos de papel: papel y cartón, servilletas y toallas de papel.

5.- Residuos de café y té: Restos de café, filtros y bolsitas de té, que también forman parte de la fracción orgánica y pueden ser aprovechados en procesos de compostaje.

8.1.7. Residuos orgánicos y medio ambiente

Más de la mitad de la población vive en ciudades, que ya son responsables del 70% de los residuos mundiales y consumen casi el 80% de la energía mundial (Gadisa Retail, 2018). Una mala gestión de los residuos orgánicos, por un lado, impide su aprovechamiento (como en el caso de los combustibles renovables), y por otro, puede afectar al medio ambiente de diversas formas:

Producción de gases de efecto invernadero: Cuando los desechos orgánicos se acumulan y descomponen en vertederos o en condiciones anaeróbicas, se produce metano, un gas de efecto invernadero que, debido a su estructura, atrapa más calor por molécula en la atmósfera que el dióxido de carbono.

Contaminación del agua y del suelo: Si los residuos orgánicos no se gestionan adecuadamente, pueden ingresar a cuerpos de agua, contaminando ríos, lagos y acuíferos subterráneos. Además, su acumulación descontrolada en el suelo daña los nutrientes naturales y afecta negativamente a la calidad del suelo de cultivo.

Producción de malos olores y plagas: La descomposición de los residuos orgánicos genera olores desagradables, que a su vez atraen insectos y plagas de animales como ratas, ratones o pájaros. Esto puede crear bacterias en el área y ser una fuente de enfermedades infecciosas.

Pérdida de recursos: Los residuos orgánicos contienen valiosos nutrientes que pueden utilizarse como fertilizantes naturales o como base para la producción de fuentes de energía renovables. Si no se utilizan adecuadamente, se pierde la oportunidad de recuperar y reutilizar estos recursos.

Impacto en la Biodiversidad: La mala gestión de los residuos orgánicos tiene un impacto negativo en la biodiversidad. (Gadisa Retail, 2018).

8.1.7.1. Comprendiendo la gestión de residuos sólidos

Un sistema de gestión de residuos es la estrategia que utiliza una organización para eliminar, reducir, reutilizar y prevenir los residuos. Los posibles métodos de eliminación de residuos son el reciclaje, el compostaje, la incineración, los vertederos, la biorremediación, la conversión de residuos en energía y la minimización de residuos (S, 2022).

8.1.7.2. Gestión de residuos

Existen múltiples estrategias y métodos de gestión de residuos. Estas estrategias pueden combinarse o reorganizarse para formar un sistema de gestión de residuos que se adapte a una organización. Las estrategias modernas de gestión de residuos se orientan hacia la sostenibilidad. Otra alternativa para la gestión de residuos es reducir, reutilizar y reciclar los residuos. También conocido como reprocesamiento física, el reciclaje es ideal para la eliminación de residuos inorgánicos como el plástico, el vidrio y los metales. Aunque los residuos orgánicos, como el papel y los alimentos, también pueden reciclarse, el compostaje sería un mejor método de eliminación de residuos, ya que convierte los residuos orgánicos en abono rico en nutrientes (S, 2022). La digestión anaeróbica es la reprocesamiento biológica del estiércol animal y los excrementos humanos para obtener biogás rico en metano. Gasificación por plasma utilizan un recipiente lleno de plasma que funciona a altas temperaturas y bajos niveles de oxígeno para transformar los residuos peligrosos en gas de síntesis. Otra opción para eliminar los residuos peligrosos es biorremediación el tratamiento de contaminantes, toxinas y agentes contaminantes mediante microorganismos (S, 2022).

Causas y efectos de la reutilización de desechos sólidos. Elr euso de los desechos sólidos contribuye a la acumulación de los vertederos y basura en otros lugares, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero como metano.

Falta de gestión de residuos: La disposición final inadecuada (como la quema de basura o el depósito en espacios públicos) contamina el aire y el suelo del sector.

Sobreexplotación de materias primas: La fabricación de nuevos productos demanda grandes cantidades de energía y recursos naturales.

8.1.8. Efectos directos en el barrio

Reducción de la huella de carbono

Alargar la vida útil de los materiales evita que terminen en vertederos, frenando la descomposición que genera gases de efecto invernadero. Disminución de la contaminación visual y ambiental: Un manejo adecuado elimina los focos de infección, malos olores y plagas que afectan la calidad de vida de los vecinos.

Ahorro energético local

De acuerdo con la ONU El reciclaje necesita menos energía para la extracción, proceso y transporte de los materiales vírgenes. La reutilización de desechos sólidos en un barrio es una estrategia de economía circular local que reduce la basura y el gasto. Disminuye drásticamente la contaminación, evita la saturación de los vertederos y previene inundaciones causadas por el bloqueo de alcantarillas.

8.1.8.1. Razones para la reutilización de residuos en los barrios

La reutilización de residuos en los barrios puede estar motivada principalmente por la necesidad de reducir gastos, aprovechar materiales que todavía pueden tener utilidad y disminuir la cantidad de desechos generados (PNUMA, 2024).

Los problemas o deficiencia del sistema de recolección incentiva al retraso o frecuencia de insuficientes, donde se requiere aprovechar los residuos ya que esto disminuye en las viviendas y espacios comunitarios (FAO, 2021).

8.1.8.2. Efectos de la reutilización comunitaria

La reutilización contribuye a reducir la cantidad de residuos destinados a la disposición final y ayuda a disminuir la contaminación del suelo, agua y aire. También puede reducir la acumulación de desechos que favorece la presencia de insectos y roedores, contribuyendo a mejorar las condiciones sanitarias del entorno (PNUMA, 2024).

En el ámbito social, las actividades de reutilización pueden fortalecer la participación y colaboración entre los habitantes. La realización de campañas, talleres y actividades comunitarias relacionadas con el aprovechamiento de residuos favorece una mayor

responsabilidad ambiental y contribuye al mejoramiento de los espacios del barrio (FAO, 2021).

8.1.9. Enfoques y mejores prácticas para la gestión de residuos

La gestión de residuos requiere identificar cómo se generan, separan, almacenan, recolectan y disponen los diferentes materiales. Una herramienta para evaluar este proceso es la auditoría de residuos, que permite conocer las principales fuentes de generación y determinar oportunidades de mejora mediante la revisión de registros, la observación de las actividades y la caracterización física de los residuos (Banco Mundial, 2018).

La caracterización consiste en recolectar una muestra de residuos para separarla, clasificarla y determinar su peso. Esta información permite conocer qué tipos de residuos se generan en mayor cantidad y facilita la selección de alternativas de aprovechamiento, como el reciclaje y el compostaje.

Según Soliz Carrión (2018) afirma que Ecuador genera aproximadamente 4 millones de toneladas de residuos al año. Alrededor del 20% del millón de residuos sólidos se pueden reciclar, y este es el principal problema que pretende solucionar este proyecto de ley. Desarrollar las facultades y responsabilidades de las entidades, organizaciones y organismos que incluyen el sector público y que tienen relación con la gestión integral, clasificación y procesamiento de residuos y residuos sólidos no peligrosos para su reciclaje, así como la recuperación de materiales de desecho y energía.

Bajo este marco, el Nuevo Modelo de Gestión, parte de la base de un programa global de educomunicación, en colaboración de los actores públicos y privados que intervienen en la gestión integral de residuos. Este esfuerzo de educomunicación debe incidir en la toma de conciencia ciudadana y moldear hábitos de consumo para desalentar la compra de bienes que involucren materiales no reciclables, promover una menor generación de residuos, incorporar separación en la fuente y conocer el nuevo modelo de recolección que se implementará. El objetivo es crear ciudadanos informados, responsables con el ambiente y comprometidos con su ciudad. Con este proceso, se prevé la asimilación de la ciudadanía del hábito de separación en la fuente, en primera instancia, en dos categorías de residuos: orgánico, inorgánico.

Conforme lo define el Texto Unificado De Legislación Secundaria De Medio Ambiente, la Autoridad Ambiental Nacional, los gobiernos autónomos descentralizados y demás

instituciones, crearán y aplicarán medidas y mecanismos legales, administrativos, técnicos, económicos, de planificación que propendan a minimizar la generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos.

8.1.10. Factores del proceso de compostaje

La dinámica de descomposición de la biomasa orgánica está supeditada al control de variables fisicoquímicas clave: temperatura, humedad, potencial de hidrógeno, oxigenación y conductividad eléctrica. Durante la fase inicial, la masa compostable registra niveles térmicos ambientales para luego experimentar un ascenso progresivo hasta rangos termófilos (entre 60 °C y 70 °C) impulsados por la actividad metabólica de los microorganismos; posteriormente, se requiere un descenso gradual de la temperatura para asegurar la correcta estabilización biológica y la calidad de la enmienda. De manera simultánea, la humedad constante actúa como vehículo para el transporte de nutrientes y energía entre las membranas celulares, situándose un rango operativo óptimo en torno al 50% y 60%, aunque susceptible a variaciones según el tipo de residuo. Asimismo, el seguimiento de la conductividad eléctrica es fundamental para prevenir problemas de salinidad que puedan comprometer las propiedades del suelo o generar fitotoxicidad en la vegetación (Vargas & Pérez, 2018).

Por su parte, el potencial de hidrógeno (pH) permite monitorear la sucesión y vitalidad del microbiota: en las primeras etapas suele observarse una tendencia hacia la acidez producto de la fermentación, para luego evolucionar hacia valores neutros o ligeramente alcalinos que denotan la madurez del producto. En cuanto a la aireación, un suministro adecuado de oxígeno resulta imprescindible para sostener la respiración de las colonias microbianas y evacuar el dióxido de carbono (CO_2) generado como subproducto del metabolismo aeróbico (Martínez et al., 2020).

8.1.11. Producción per cápita

La producción per cápita constituye un indicador cuantitativo que vincula de forma directa el volumen diario de residuos sólidos municipales generados con el total de habitantes de una demarcación dada. Este parámetro permite determinar la proporción de desechos producida individualmente dentro de una comunidad, calculando formalmente mediante la relación entre la masa de residuos y la población en un intervalo de tiempo específico, expresada habitualmente en kilogramos por habitante al día (kg/hab/día) (Castillo & Morales, 2021).

8.1.12. Tipos de abonos orgánicos

De acuerdo con Román et al. (2013), la clasificación de los abonos orgánicos abarca diversas sustancias estabilizadas que resultan de la descomposición de biomasa por acción de microorganismos edáficos. En la agricultura, el compost actúa como acondicionador del suelo y suministra nutrientes gradualmente a las plantas. Su uso también ayuda a mejorar la estructura del suelo, reduce la erosión hídrica y eólica, aumenta la retención de humedad y promueve un mejor equilibrio de nutrientes durante la fertilización.

8.2. MARCO LEGAL

8.2.1. Leyes y Código Orgánico del Ambiente (COA)

El Código Orgánico del Ambiente (COA) constituye el principal instrumento legal que regula la gestión ambiental en el Ecuador y promueve el manejo integral de los residuos sólidos (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). Los artículos 225, 229 y 238 establecen principios fundamentales orientados a prevenir la contaminación, proteger la salud humana y fomentar el aprovechamiento de los residuos mediante procesos sostenibles (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). Esta disposición respalda los sistemas de compostaje, deduciendo que se valorice la fracción orgánico con referencia a la reducción de los residuos de disposiciones finales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017; Presidencia de la República del Ecuador, 2019).

- **Artículo 225 (Políticas generales de la gestión integral de residuos y desechos):** Establece que las políticas de gestión integral de residuos son de cumplimiento obligatorio para todas las instituciones públicas, gobiernos autónomos descentralizados, personas naturales y jurídicas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). Prioriza el manejo integral y la eliminación o disposición final de los residuos lo más cerca posible de la fuente de generación (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

- **Artículo 229 (Alcance y fases de la gestión):** Determina que una adecuada gestión de los residuos sólidos no peligrosos permite prevenir impactos ambientales y riesgos para la salud humana (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). Además, establece que las fases de la gestión integral serán definidas por la Autoridad Ambiental Nacional (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

- **Artículo 238 (Responsabilidades del generador):** Señala que toda persona natural o jurídica que genere residuos o desechos peligrosos y especiales es responsable de su manejo ambiental desde su generación hasta su eliminación o disposición final, conforme a la normativa vigente y al principio de jerarquización (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

8.2.2. Acuerdos Ministeriales

Acuerdo Ministerial No. 061

El Acuerdo Ministerial No. 061 reforma el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) y establece el régimen especial para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a través de las siguientes fases y artículos aplicables:

- **Estructura y fases de la gestión:**

  Parágrafo I: De la generación
  Parágrafo II: De la separación en la fuente
  Parágrafo III: Del almacenamiento temporal
  Parágrafo IV: De la recolección y transporte
  Parágrafo V: Del acopio
  Parágrafo VI: Del aprovechamiento
  Parágrafo VII: Del tratamiento
  Parágrafo VIII: De la disposición final

Articulado aplicable a la producción de abono orgánico:

Art. 60 (Del Generador): Establece las obligaciones de toda persona natural o jurídica que genera residuos sólidos no peligrosos, instando a la minimización en la fuente y la separación diferenciada (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 62 (De la separación en la fuente): Dispone la clasificación primaria de los residuos en la fuente de generación para facilitar su posterior valorización o tratamiento (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 63 (Del almacenamiento temporal urbano): Normatiza las condiciones técnicas y de higiene con las que deben contar los recipientes y áreas destinadas al acopio temporal de residuos (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 66 (De la recolección): Determina las directrices y frecuencias operativas bajo las cuales se debe efectuar el retiro de los residuos sólidos depositados por los generadores (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 67 (Del transporte): Regula el requerimiento técnico que cumpla los vehículos destinados a trasladar los residuos para el tratamiento (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 69 (Del acopio y/o transferencia): Normas operativas destinados a almacenamiento, recepción y clasificación de los materiales (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 73 (Del aprovechamiento): Utilización de desechos orgánicos e inorgánicos reutilizables por procesos de reciclaje y compost (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 74 (Del tratamiento): Serie de operaciones físicas, biológicas o químicas para modificar los residuos reduciendo su peligrosidad (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 75 (De la disposición final): Aplica para el confinamiento seguro e higiénico únicamente de aquellos desechos que no hayan podido ser valorizados ni aprovechados previamente (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Art. 76 (Del plan de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos): Exige a los municipios y entes reguladores la formulación, actualización e implementación del plan de gestión ambiental de residuos (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015a).

Acuerdo Ministerial No. 097 A

Expide los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), dictaminando normas técnicas específicas para la protección de recursos naturales (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015b):

- **Art. 2 (Anexo 2 - Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo):** Expídese el Anexo 2 referente a la *Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados*, la cual fija los límites permisibles y parámetros de calidad que debe cumplir el suelo y los insumos orgánicos que se le

incorporen (como el compost) para evitar su degradación o contaminación (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015b)

8.2.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

- **Artículo 55:** Establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales son los responsables directos del manejo de los desechos sólidos (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010).

8.2.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) - Libro VI Calidad Ambiental

- **Artículo 46:** Cuando exista peligro de daño grave o irreversible al ambiente, la falta de certeza científica no será motivo para retrasar la adopción de medidas preventivas (Ministerio del Ambiente [MAE], 2003).

- **Artículo 125:** Las autoridades ambientales concederán un plazo de 30 días para que los responsables corrijan los incumplimientos de la normativa ambiental (Ministerio del Ambiente [MAE], 2003).

8.2.5. Ordenanza Municipal que regula el Barrido, Recolección, Transporte, Transferencia y Disposición Final de los Residuos Sólidos

- **Sección III (De las facultades ambientales de los gobiernos autónomos descentralizados) - Art. 8 (Obligaciones y responsabilidades en el aseo de la Ciudad, literal b):** Define las responsabilidades de los propietarios o arrendatarios de inmuebles públicos y privados (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, 2019). En el numeral 8, determina que en los mercados, supermercados y ferias libres, los comerciantes serán los responsables del aseo tanto en cada puesto individual (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, 2019).

- **Artículo 1:** Reglamenta e implementa las normas y disposiciones básicas sobre el manejo integral y participativo de los residuos sólidos (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, 2019).

- **Artículo 3:** Expide normas para optimizar y mejorar la prestación del servicio de manejo integral de residuos sólidos urbanos y rurales (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, 2019).

- **Artículo 5** Los residuos que se produzcan dentro de la jurisdicción será de la Empresa Pública Municipal (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, 2019).

- **Artículo 9:** Clasifica en orgánicos e inorgánicos dependiendo de sus características de comportables o aprovechables (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, 2019).

9. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo la implementación del sistema de producción de abono orgánico por medio de residuos sólidos urbanos contribuirá con respecto al aprovechamiento sostenible y la reducción del impacto ambiental en el cantón Salcedo?

La valorización de la parte orgánica de los residuos sólidos urbanos es una estrategia para mejorar la gestión ambiental en el Cantón Salcedo. Como los residuos municipales son ricos en materiales biodegradables, su conversión mediante procesos de compostaje es viable, proporcionando fertilizantes orgánicos con el potencial de restaurar la fertilidad de las tierras agrícolas. Será necesario controlar variables operativas como la humedad, la temperatura y la disponibilidad de oxígeno durante todo el proceso para garantizar la calidad del producto final.

Además del aprovechamiento de los residuos, esta alternativa favorecería una gestión integral basada en la participación ciudadana, promoviendo la segregación en origen y el uso responsable de los recursos. Al mismo tiempo, reducirá la cantidad de residuos enviados a vertederos, alargará la vida de la infraestructura de disposición final y reducirá los costes asociados a su gestión. El compost resultante podrá incorporarse a las actividades agrícolas del cantón, reduciendo paulatinamente la dependencia de fertilizantes artificiales y fortaleciendo el modelo de economía circular.

10. METODOLOGÍA

10.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo investigativo se desarrollará bajo un enfoque cualitativo, el cual permitió examinar exhaustivamente las cualidades del objeto de estudio. El eje prioritario de este proyecto radica en la comprensión integral del flujo de desechos orgánicos domésticos, con el propósito de establecer un protocolo de gestión eficiente en el cantón Salcedo. Este abordaje se sustenta en una metodología estructurada para el cumplimiento de los objetivos planteados, apoyada en una revisión rigurosa de literatura técnica y antecedentes científicos que guardan relación directa con la valorización de residuos, proponiendo mecanismos sistemáticos de obtención de datos para la interpretación del sistema de aprovechamiento propuesto.

10.2. Tipo de Investigación

10.2.1. Investigación Bibliográfica

Este tipo de investigación brindó información científica y técnica relacionada con la gestión integral de residuos sólidos urbanos y los procesos de producción de abonos orgánicos. A través de una profunda búsqueda de información para el desarrollo del estudio y análisis de bibliografía actualizada de la última década, los cuales aportaron fundamentos teóricos necesarios para comprender el proceso de compostaje y el aprovechamiento de residuos domésticos.

10.2.2. Investigación descriptiva

Esta investigación descriptiva permitió caracterizar los residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo, considerando sus principales tipos, cantidades y características. Además, facilitó el análisis de las condiciones actuales relacionadas con el manejo y aprovechamiento de estos residuos.

10.2.3. Investigación de campo

La investigación de campo ayudó con la obtención de información in situ en el área de estudio de la cantidad generada de residuos orgánicos en las viviendas seleccionadas. El trabajo de campo se basó en realizar un muestreo ordenado durante los días de recolección municipal establecidos, abarcando diversas zonas residenciales para obtener la valoración de los residuos orgánicos.

10.3. Métodos

10.3.1. Método Deductivo

Este método se aplicó para caracterizar el manejo de residuos sólidos urbanos y los procesos de compostaje doméstico, aplicándolos al aprovechamiento de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo. Mediante este método se interpretarán conceptos técnicos vinculados a la biodegradación aerobia, separación en la fuente y producción de abonos orgánicos, permitiendo establecer criterios para el desarrollo de la investigación.

10.3.2. Método inductivo

Este método permitió obtener conclusiones a partir de la observación directa de las condiciones actuales del manejo de residuos sólidos urbanos en el área de estudio. Ayudó a recopilar información en campo, identificación de prácticas inadecuadas y análisis de los resultados obtenidos durante el proceso de compostaje, será posible establecer estrategias para fortalecer el sistema de gestión de residuos orgánicos y mejorar su aprovechamiento ambiental.

10.3.3. Método cualitativo

Este método se utilizó para describir las características del manejo de residuos sólidos orgánicos en las viviendas del cantón Salcedo, mediante observación directa y recopilación de información sobre hábitos de separación y disposición de residuos domésticos. Aplicando encuestas con preguntas cerradas que permitirá identificar las condiciones actuales del aprovechamiento de materia orgánica y su influencia en la generación de residuos sólidos urbanos.

10.3.4. Método de cuarteo

Este método permitió caracterizar los principios de gestión integral de residuos sólidos, enfocados en la reducción, aprovechamiento y promoviendo alternativas sostenibles que contribuyan a disminuir la contaminación ambiental, la disposición inadecuada de residuos en el suelo y cuerpos de agua. Para determinar la cantidad de generación per cápita en fuentes domésticas, tales como restos de frutas, verduras, cáscaras y residuos biodegradables de cocina. Se complementa el material orgánico recolectado para calcular y para obtener la cantidad de residuos orgánicos generados.

10.4. Técnicas

10.4.1. Observación

Mediante la aplicación de esta técnica, se efectuó un reconocimiento del área para identificar los factores de contaminación ambiental derivados de una disposición inadecuada de desechos en el sector residencial. Este procedimiento permitió examinar la interacción de los habitantes del cantón con su entorno y sus prácticas actuales de segregación. Como evidencia del estado situacional y del comportamiento ciudadano frente al manejo de residuos, se procedió al registro fotográfico de los puntos críticos observados.

10.4.2. Análisis de datos

Posterior a la recolección, se empleó esta técnica para procesar, tabular e interpretar los hallazgos más significativos. El análisis permitió establecer correlaciones entre las variables de estudio, facilitando la formulación de conclusiones basadas en evidencia empírica que sustentan la viabilidad del proyecto de compostaje.

10.4.3. Población y Muestreo

La población objeto de estudio estuvo conformada por los habitantes del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, quienes constituyen la unidad de análisis para conocer la generación y el manejo de los residuos sólidos orgánicos. Para determinar el tamaño de la muestra se empleó el método de muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4

Datos para el tamaño de muestra

Datos	Valores
Z = Nivel de confianza (95 %)	1,96
N = Población	67.493 habitantes
p = Probabilidad a favor	0,50
q = Probabilidad en contra	0,50
e = Error de estimación	0,05
n = Tamaño de la muestra	?

Nota. *La tabla evidencia los valores asignados para el cálculo del tamaño de la muestra*

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + N^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1{,}96^2 * 0{,}50 * 0.5 * 67.493}{0{,}05^2(67.493 - 1) + 1.96^2 * 0{,}50 * 0{,}5} = 382$$

10.4.4. Cálculo de la producción per cápita

A partir de los datos recolectados en la muestra, se procedió a calcular la generación promedio de residuos orgánicos por cada vivienda de forma diaria (Kg/casa*día). Para obtener este indicador técnico, indispensable para dimensionar la producción de abono, se empleó la siguiente expresión matemática:

$$PPC = \frac{Kg\ recolectados\ RO}{\#habitantes\ *\ Día}$$

10.4.5. Construcción y acondicionamiento de la cama compostera

La construcción de una cama compostera constituye una infraestructura fundamental dentro del tratamiento biológico, diseñada con el propósito de albergar, controlar y optimizar la descomposición aerobia de la materia orgánica bajo condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación (FAO, 2003). Se construyó un lecho de compostaje de 3 m de largo, 2 m de ancho y 0,60 m de profundidad, el cual está destinado a la colocación de los residuos orgánicos recolectados. Su estructura permitió la incorporación de inóculo biológico y facilitó el mezclado, volteo y seguimiento del proceso de compostaje.

10.4.6. Materiales

En la Tabla 6. Se puede observar los materiales que se utilizaron para realizar el proyecto de investigación.

Tabla 5

Materiales utilizados durante el desarrollo de la investigación

Materiales	
Libreta de campo y esfero	Computadora
Plástico	Balanza
Guantes látex	Cámara fotográfica o celular
Machete	Impresora
Azadón y rastrillo	
Balde	
Botas y mascarilla	
Fundas	

Nota: *Se visualiza los instrumentos y los materiales utilizados en la elaboración del proyecto.* **Fuente:** *Jessica Ortiz, Josue Panchi.*

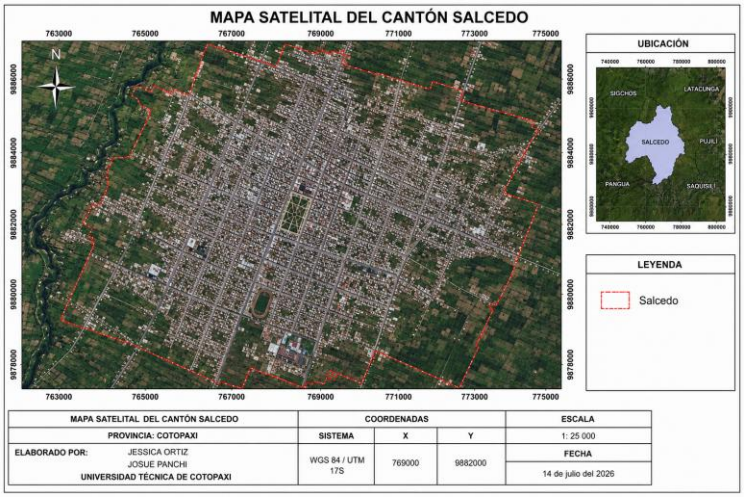
10.4.7. Área de estudio

El desarrollo del presente trabajo se efectuó en el cantón Salcedo, perteneciente a la provincia de Cotopaxi, localizada en la región Sierra del Ecuador. La zona seleccionada comprende distintos sectores del área urbana, donde se identificó una generación constante de residuos biodegradables provenientes de las actividades cotidianas de los hogares. La selección del cantón Salcedo como área de estudio responde a la necesidad de evaluar el potencial de aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios mediante procesos de compostaje, considerando sus características demográficas, ambientales y productivas.

Geográficamente, el cantón Salcedo se localiza en la zona centro-oriental de la provincia de Cotopaxi, aproximadamente entre las coordenadas 01°02' de latitud sur y 78°35' de longitud oeste, con una altitud promedio de 2 683 m s. n. m. Presenta un clima templado andino, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 12 °C y 18 °C, condiciones que permiten el desarrollo de procesos biológicos como el compostaje, siempre que se mantenga un adecuado control de variables como humedad, aireación y temperatura (GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO, 2020).

Figura 1

MAPA- Área de estudio



Fuente: *(Google Earth, 2026)*

El cantón se caracteriza por una importante actividad residencial, comercial y agrícola, factores que favorecen la generación constante de residuos orgánicos domiciliarios, tales como restos de alimentos, cáscaras de frutas, verduras, residuos de jardinería y otros materiales biodegradables. En la actualidad, gran parte de estos residuos son recolectados por el servicio municipal y transportados para su disposición final.

10.4.8. Situación actual del cantón Salcedo

Durante la visita in situ realizada a los 382 habitantes se observó que los residuos sólidos domiciliarios son almacenados temporalmente en recipientes comunes hasta el paso del vehículo recolector municipal. En la mayoría de los hogares no existe una separación adecuada entre los residuos orgánicos e inorgánicos, por lo que ambos son depositados en un mismo recipiente para su recolección.

Además, se constató que los habitantes desconocen, en su mayoría, las alternativas de valorización de los residuos orgánicos, por lo que estos son entregados a sistemas convencionales de recolección y transportados para su disposición final. Esta situación limita el aprovechamiento de la materia orgánica y favorece el incremento de residuos enviados al relleno sanitario ya que este no funciona y es un gran problema para el cantón.

11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

11.1. Diagnóstico de la situación actual

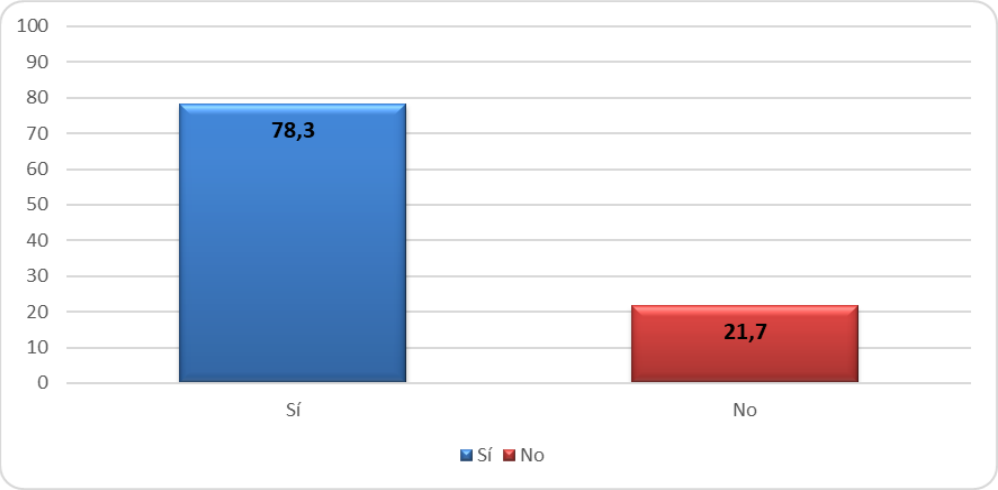
11.1.1. Analizar un sistema de gestión de residuos orgánicos para la transformación de los residuos en abono.

En el cantón Salcedo, donde se generan diariamente residuos de origen domiciliario, comercial y de mercados, la implementación de un sistema de compostaje representa una oportunidad para contribuir a la protección del ambiente y al desarrollo de prácticas de economía circular.

Se realizaron encuestas a los habitantes del cantón Salcedo para evaluar sus conocimientos, prácticas en la clasificación de residuos orgánicos y adopción del sistema de producción de fertilizantes orgánicos. Los resultados servirán para desarrollar una oferta técnica adaptada a las necesidades locales.

Figura 2

Pregunta 1. ¿Usted conoce qué es un residuo orgánico?

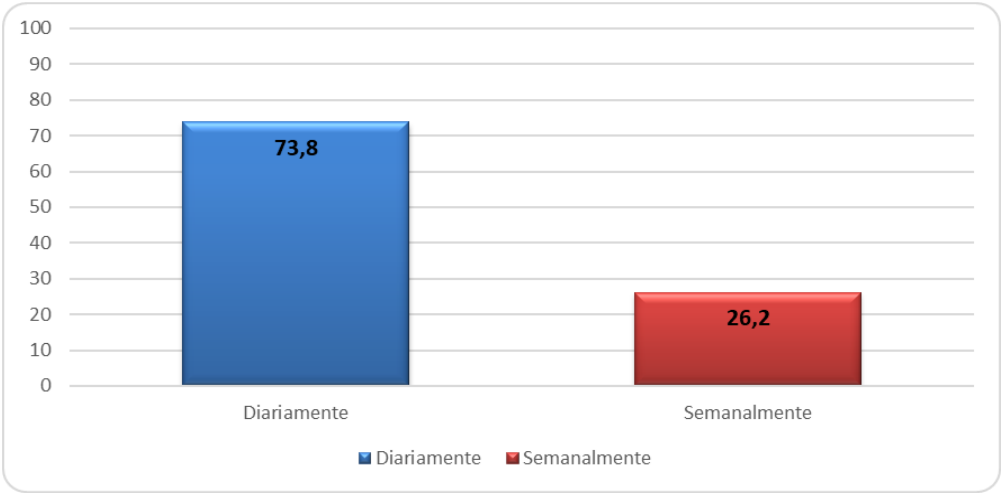


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 78,3% de los encuestados reconoce qué son los residuos orgánicos, lo que indica conocimientos básicos que promueven la implementación de estrategias de clasificación y compostaje. Sin embargo, el grupo restante necesita capacitación adicional a través de actividades de educación ambiental que promuevan el manejo de los residuos.

Figura 3

Pregunta 2. ¿Con qué frecuencia generan residuos orgánicos en su hogar?

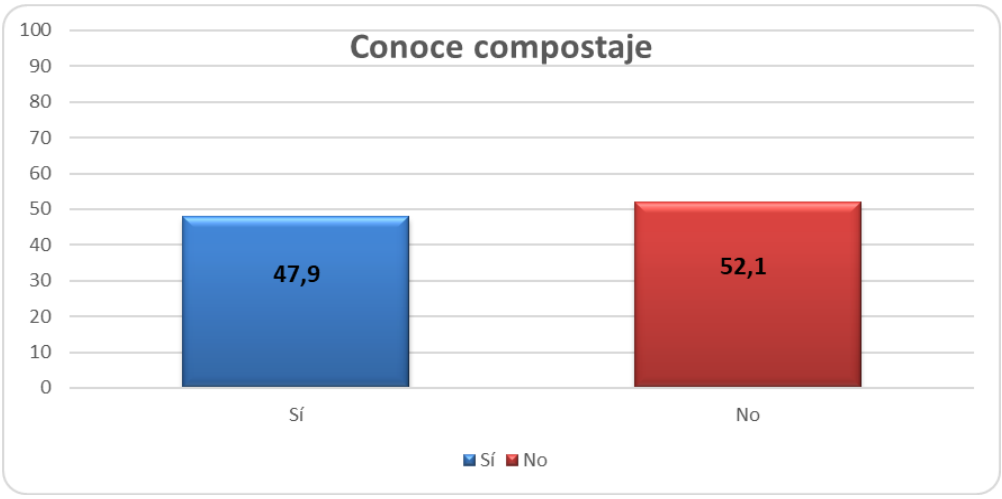


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Los resultados muestran que el 73,8% de los encuestados genera residuos orgánicos todos los días y el 26,2% cada semana, pero no se registraron respuestas negativas. Esto sugiere una disponibilidad continua de materia orgánica que puede utilizarse mediante sistemas de compostaje para producir fertilizantes para la agricultura. Sin embargo, el desconocimiento sobre compostaje entre algunos pobladores resalta la importancia de fortalecer la educación ambiental y la capacitación comunitaria.

Figura 4

Pregunta 3. ¿Conoce el proceso de elaboración de abono orgánico mediante compostaje?



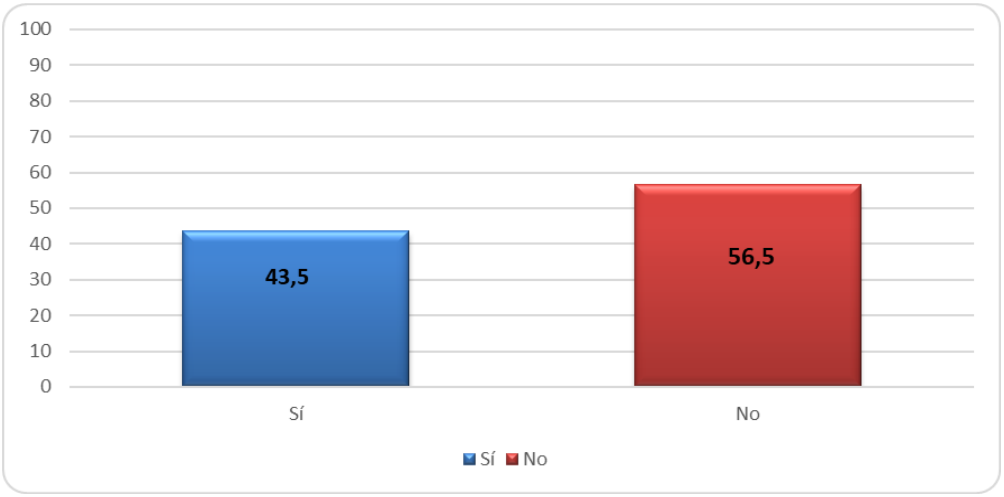
Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Las respuestas se encuentran relativamente equilibradas; sin embargo, predomina ligeramente la respuesta negativa con un 52,1%. Esto sugiere que existe una percepción dividida entre los participantes respecto al tema evaluado. Aunque la mayoría posee conocimientos sobre esta técnica, la diferencia entre ambas respuestas es reducida, lo que evidencia la necesidad de desarrollar programas de capacitación dirigidos a la comunidad para fortalecer los conocimientos sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos

Estos datos determinaron que los ciudadanos del Cantón Salcedo tienen conocimiento sobre los residuos orgánicos pero aún persiste un desconocimiento respecto al proceso de compostaje, lo que evidencia la necesidad de desarrollar programas de capacitación y sensibilización dirigidos a la comunidad.

Figura 5

Pregunta 4. ¿Ha recibido información sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos?

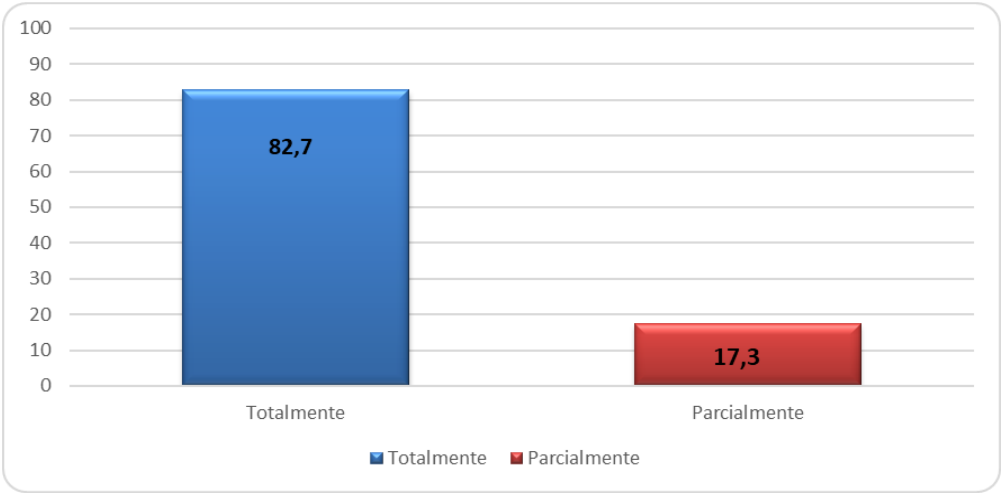


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 56,5% de los encuestados afirmó no conocer sobre el tema, mientras que el 43,5% respondió afirmativamente, lo que demuestra que aún existen limitaciones en la difusión de información ambiental. Estos resultados indican la existencia de la necesidad de que se fortalezca la educación y campañas acerca del compostaje y el aprovechamiento de los residuos orgánicos en el Cantón Salcedo.

Figura 6

Pregunta 5. ¿Considera que los residuos orgánicos pueden reutilizarse para producir abono?

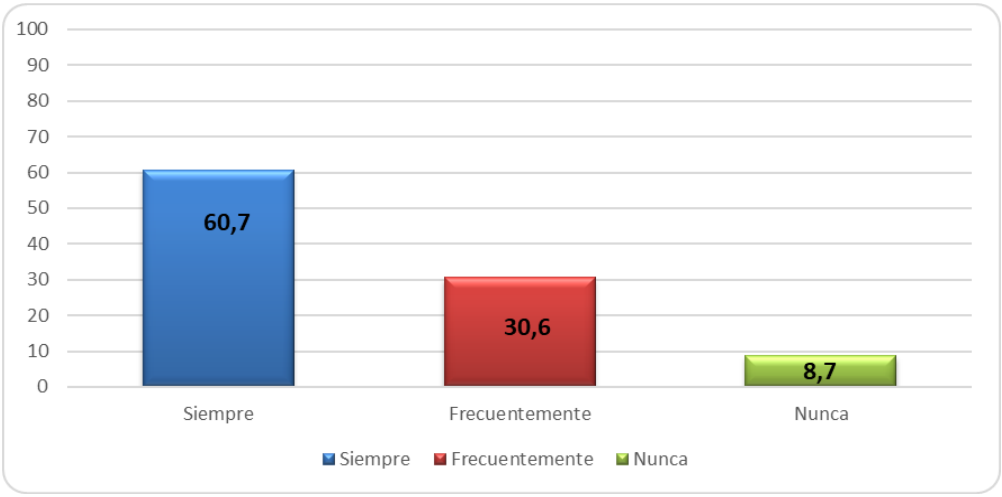


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 82,7% de los sujetos de estudio confirman estar de acuerdo con la reutilización de los residuos orgánicos para la elaboración de abono, a la vez que el 17,3% muestra que se tiene una aceptación parcial. La falta de las respuestas negativas indica que se tiene una percepción aceptable hacia el compostaje.

Figura 7

Pregunta 6. ¿En su hogar se desperdician restos de frutas y verduras que podrían aprovecharse?



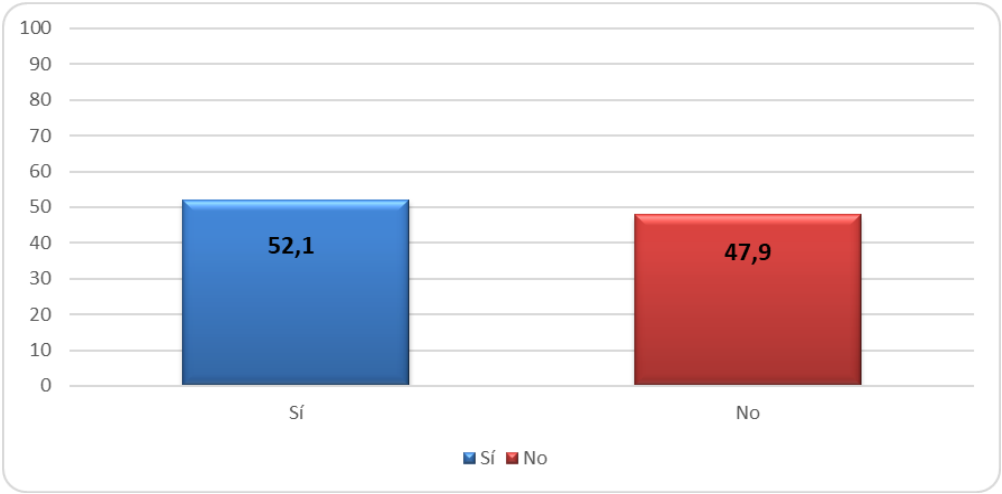
Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 60,7% afirmó realizar la acción siempre, seguido por un 30,6% que la realiza frecuentemente. Solo el 8,7% indicó que nunca la realiza, lo que refleja un alto nivel de cumplimiento o aplicación de la práctica evaluada.

Estos datos indican que en Salcedo se tiene bastante producción de residuos orgánicos con potencial de reutilización. La disponibilidad de los restos vegetales es una oportunidad para que se implemente el sistema de compostaje. Los resultados ponen en evidencia los ciudadanos del Cantón Salcedo, una gran cantidad de residuos orgánicos con potencial de aprovechamiento termina siendo desechada, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de compostaje para transformar estos residuos en abono orgánico

Figura 8

Pregunta 7. ¿Estaría dispuesto(a) a clasificar los residuos orgánicos en su hogar?

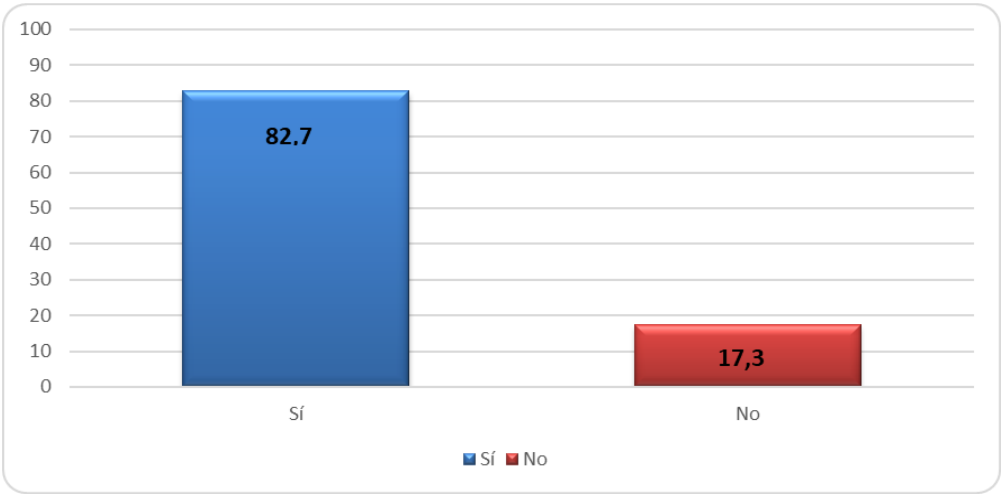


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Los resultados muestran una ligera mayoría de respuestas afirmativas (52,1%) frente al 47,9% de respuestas negativas. Los resultados representan una aceptación intermedia y las opiniones de los participantes estuvieron divididas. Aunque existe una voluntad mayoritaria de separar los residuos de su origen, aún es necesario fortalecer la educación ambiental para aumentar la participación de la ciudadanía. La separación en origen es un proceso clave para mejorar la calidad del compost y optimizar el aprovechamiento de los residuos orgánicos en el cantón Salcedo.

Figura 9

Pregunta 8. ¿Considera que la producción de abono orgánico ayuda a disminuir la contaminación ambiental?

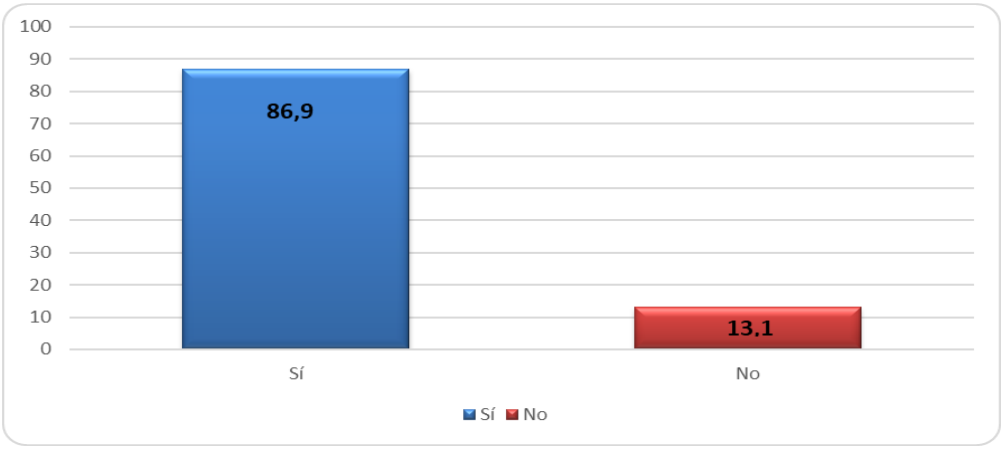


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 82,7% de los encuestados expresó una respuesta positiva, mientras que el 17,3% expresó la opinión contraria, lo que demuestra la aceptación del tema tan valorado. Estos resultados muestran que los residentes consideran el compostaje como una alternativa beneficiosa para reducir la producción de residuos, reducir el impacto ambiental y el uso sostenible de materiales orgánicos. Esta percepción favorable es una oportunidad para impulsar proyectos comunitarios para la producción de fertilizantes orgánicos en el cantón Salcedo

Figura 10

Pregunta 9. ¿Cree necesario implementar programas de compostaje en el cantón Salcedo?

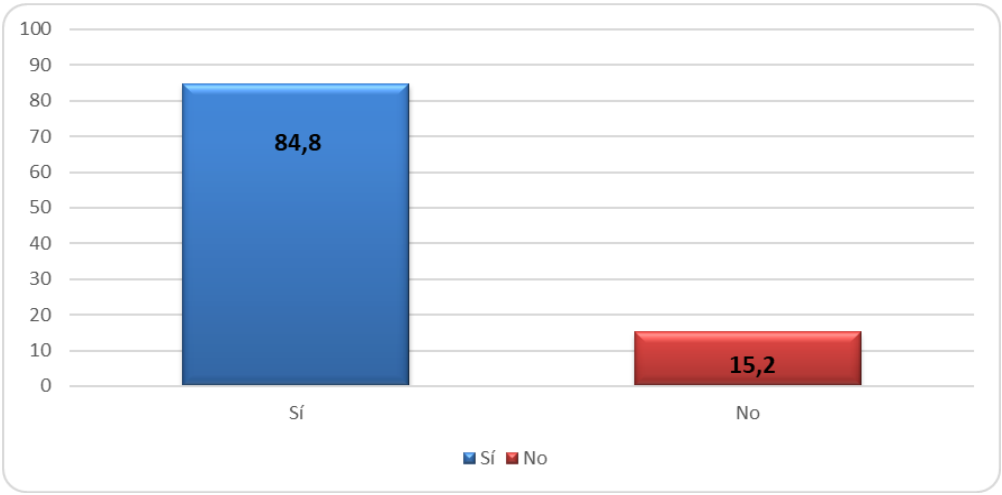


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 86,9% de los encuestados respondió positivamente, mientras que el 13,1% mostró una actitud negativa, reflejando la aprobación mayoritaria a la implementación de iniciativas de compostaje. Estos resultados muestran que la sociedad reconoce el valor de utilizar residuos orgánicos en la producción de fertilizantes naturales. La población que conforma el Cantón Salcedo expresa un amplio respaldo a la implementación de programas de compostaje, evidenciando una percepción positiva sobre su importancia para mejorar la gestión de residuos y contribuir a la protección del medio ambiente.

Figura 11

Pregunta 10. ¿Estaría dispuesto a participar en proyectos de producción de abono orgánico en su comunidad?



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

El 84,8% de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que el 15,2% respondió negativamente. La comunidad reconoce la importancia de utilizar residuos orgánicos como materia prima en la producción de fertilizantes naturales, contribuyendo a la mejora del manejo de residuos, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo prácticas sustentables en el cantón Salcedo.

11.1.1.1. Análisis general en las encuestas

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a 382 participantes evidencian una tendencia mayoritariamente favorable respecto al tema de investigación. El análisis de las respuestas muestra una tendencia favorable en la mayoría de los aspectos evaluados con una tasa de aceptación superior al 70%. Sin embargo, algunas preguntas arrojaron opiniones

encontradas, que indican la necesidad de fortalecer ciertos aspectos mediante medidas de mejora. En general, los resultados obtenidos reflejan una percepción positiva de los encuestados y proporcionan información relevante para respaldar los objetivos, conclusiones y recomendaciones del estudio.

11.1.2. Caracterizar los tipos y cantidad de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo.

11.1.2.1. Tipos y cantidad de residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo.

En el cantón Salcedo se tomó una muestra de 115 viviendas de acuerdo identificó que los residuos orgánicos generados provienen principalmente de las actividades cotidianas de preparación y consumo de alimentos, así como del mantenimiento del jardín. Estos residuos corresponden, en su mayoría, a materiales de origen vegetal, los cuales presentan un alto contenido de nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes que favorecen el proceso de compostaje y la obtención de un abono orgánico de buena calidad.

11.1.2.2. Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se determinaron aleatoriamente en los 30 barrios del cantón Salcedo las muestras solo son domiciliarias Para la presente investigación se establecieron puntos de muestreo en diferentes barrios del área urbana del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. La selección de los hogares se realizó considerando la generación de residuos sólidos urbanos de origen orgánico provenientes de las actividades domésticas, con el propósito de obtener una muestra representativa para el desarrollo del estudio.

En cada vivienda seleccionada se efectuó la recolección de los residuos orgánicos generados diariamente, registrando información relacionada con el barrio, la identificación de la familia, el número de habitantes y la cantidad de cada muestra. Esta información permitió organizar el proceso de muestreo y facilitar la trazabilidad de los residuos utilizados durante la etapa de producción del abono orgánico.

Figura 12

Distribución de los puntos de muestreo para la caracterización de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el cantón Salcedo.



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

En la figura 12 se visualiza los puntos de muestreo para el estudio de caracterización de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en la zona urbana del cantón Salcedo. La selección abarca un total de 115 hogares distribuidos estratégicamente en 30 barrios del cantón, integrando a una población de 479 habitantes. Cada punto de muestreo (identificado desde F001 hasta F115) consigna el número de integrantes por núcleo familiar, permitiendo garantizar la representatividad y variabilidad socioeconómica del sector durante la etapa de campo. Esta distribución sirvió como base para la ejecución de las actividades de recolección, segregación en la fuente y pesaje diario de la fracción orgánica generada durante un periodo continuo de siete días consecutivos.

Tabla 6

Cuantificación de residuos orgánicos del cantón Salcedo.

Cuantificación de residuos Orgánicos

Recolección de residuos orgánicos: lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo
Realizado por: Ortiz Jessica y Panchi Josué

Fecha inicio: 13/04/2026
Fecha final: 19/04/2026

Barrio		N° Habitantes	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Día 6 kg	Día 7 kg	Total Kg
Eloy Alfaro	F001	4	0.52	0.57	0.63	0.69	0.74	0.82	0.91	4.88
	F002	3	0.78	0.74	0.81	0.86	0.91	0.97	1	6.07
	F003	5	0.61	0.56	0.65	0.71	0.76	0.83	0.89	5.01
	F004	3	0.93	0.88	0.95	1	0.98	0.96	0.94	6.64
	F005	4	0.55	0.6	0.67	0.73	0.79	0.85	0.92	5.11
San Antonio I	F006	5	0.84	0.79	0.87	0.91	0.96	1	0.98	6.35
	F007	3	0.58	0.64	0.69	0.74	0.8	0.87	0.95	5.27
	F008	5	0.76	0.72	0.78	0.84	0.89	0.95	0.99	5.93
	F009	6	0.5	0.55	0.61	0.68	0.73	0.8	0.86	4.73
San Antonio II	F010	3	0.9	0.86	0.92	0.97	1	0.98	0.96	6.59
	F011	5	0.63	0.67	0.72	0.77	0.83	0.88	0.94	5.44
	F012	5	0.81	0.77	0.84	0.89	0.94	0.99	1	6.24
San Marcos	F013	3	0.56	0.62	0.68	0.75	0.81	0.86	0.93	5.21
La Argentina	F014	3	0.88	0.84	0.9	0.95	0.99	1	0.97	6.53
	F015	4	0.54	0.59	0.66	0.7	0.75	0.81	0.88	4.93
	F016	5	0.79	0.75	0.82	0.88	0.92	0.98	1	6.14
	F017	3	0.6	0.65	0.7	0.76	0.82	0.89	0.96	5.38
	F018	3	0.86	0.82	0.89	0.93	0.98	1	0.99	6.47
Anchilivi	F019	4	0.57	0.61	0.66	0.72	0.78	0.84	0.9	5.08
	F020	3	0.95	0.91	0.97	1	0.99	0.98	1	6.8
	F021	4	0.56	0.6	0.64	0.71	0.75	0.84	0.9	5
	F022	6	0.91	0.95	0.88	0.97	1	0.98	0.96	6.65
	F023	5	0.62	0.66	0.7	0.74	0.79	0.86	0.93	5.3
	F024	3	0.81	0.77	0.85	0.89	0.94	0.99	1	6.25
Censo Anchilivi	F025	4	0.5	0.54	0.59	0.63	0.68	0.74	0.81	4.49
	F026	3	0.87	0.84	0.9	0.95	0.99	1	0.98	6.53
	F027	3	0.58	0.63	0.67	0.72	0.76	0.83	0.89	5.08
	F028	5	0.74	0.79	0.82	0.88	0.92	0.97	1	6.12
Campo Alegre	F029	3	0.55	0.59	0.65	0.69	0.73	0.8	0.87	4.88
	F030	4	0.96	0.92	0.98	1	0.99	0.97	0.95	6.77
	F031	3	0.64	0.68	0.73	0.77	0.82	0.88	0.94	5.46
Churoloma	F032	4	0.79	0.83	0.87	0.91	0.95	0.99	1	6.34
	F033	5	0.53	0.57	0.62	0.66	0.71	0.78	0.85	4.72

	F034	3	0.89	0.85	0.92	0.96	1	0.99	0.97	6.58
	F035	3	0.6	0.65	0.69	0.73	0.78	0.85	0.91	5.21
	F036	6	0.83	0.87	0.91	0.94	0.98	1	0.99	6.52
Cangahua	**F037**	5	0.57	0.61	0.66	0.7	0.74	0.82	0.88	4.98
	F038	3	0.76	0.81	0.84	0.9	0.93	0.98	1	6.22
	F039	5	0.51	0.56	0.6	0.65	0.7	0.77	0.84	4.63
	F040	4	0.94	0.9	0.96	0.99	1	0.98	0.97	6.74
La Victoria	**F041**	5	0.52	0.56	0.6	0.65	0.7	0.76	0.81	4.6
	F042	5	0.68	0.72	0.76	0.8	0.84	0.88	0.9	5.58
	F043	4	0.55	0.58	0.63	0.67	0.72	0.77	0.83	4.75
	F044	5	0.79	0.74	0.81	0.85	0.88	0.9	0.87	5.84
	F045	3	0.5	0.54	0.57	0.61	0.66	0.71	0.76	4.35
	F046	5	0.83	0.8	0.85	0.88	0.9	0.89	0.86	6.01
El Calvario	**F047**	4	0.57	0.61	0.65	0.7	0.74	0.79	0.84	4.9
	F048	6	0.73	0.69	0.75	0.79	0.83	0.87	0.9	5.56
	F049	6	0.54	0.59	0.62	0.66	0.71	0.75	0.8	4.67
	F050	3	0.86	0.82	0.88	0.9	0.89	0.87	0.85	6.07
	F051	4	0.6	0.64	0.68	0.73	0.77	0.82	0.86	5.1
El Recreo	**F052**	5	0.77	0.73	0.79	0.84	0.87	0.9	0.88	5.78
	F053	3	0.53	0.57	0.61	0.64	0.69	0.74	0.79	4.57
	F054	5	0.81	0.78	0.83	0.87	0.9	0.88	0.84	5.91
	F055	3	0.56	0.6	0.64	0.69	0.73	0.78	0.82	4.82
Centro de Salcedo	**F056**	6	0.75	0.71	0.77	0.82	0.86	0.89	0.9	5.7
	F057	4	0.51	0.55	0.59	0.63	0.68	0.72	0.77	4.45
	F058	5	0.84	0.81	0.86	0.9	0.88	0.9	0.89	6.08
	F059	4	0.58	0.62	0.66	0.71	0.75	0.8	0.85	4.97
	F060	6	0.72	0.76	0.8	0.84	0.88	0.9	0.89	5.79
	F061	4	0.55	0.59	0.64	0.68	0.72	0.77	0.81	4.76
Rumipamba	**F062**	5	0.8	0.76	0.82	0.86	0.89	0.9	0.88	5.91
	F063	4	0.52	0.56	0.6	0.65	0.69	0.74	0.79	4.55
	F064	4	0.74	0.7	0.76	0.81	0.85	0.89	0.9	5.65
	F065	3	0.57	0.61	0.66	0.7	0.74	0.79	0.84	4.91
La Delicia	**F066**	5	0.82	0.79	0.84	0.88	0.9	0.89	0.87	5.99
	F067	3	0.54	0.58	0.62	0.67	0.71	0.76	0.8	4.68
	F068	5	0.76	0.72	0.78	0.83	0.87	0.9	0.89	5.75
	F069	4	0.59	0.63	0.67	0.72	0.76	0.81	0.86	5.04
Bellavista	**F070**	6	0.88	0.84	0.9	0.89	0.9	0.88	0.9	6.19
	F071	3	0.58	0.74	0.69	0.91	0.87	1	0.8	5.59
	F072	5	0.6	0.5	0.6	0.9	1	0.8	0.9	5.3
	F073	3	0.63	0.81	0.76	0.7	0.93	0.9	1	5.73
América	**F074**	4	1	0.84	0.75	0.8	0.6	0.9	0.5	5.39
	F075	3	0.55	0.66	0.73	0.78	0.84	0.98	1	5.54
	F076	6	1	0.5	0.95	0.85	0.67	0.75	0.93	5.65
Sur	**F077**	4	0.51	0.58	0.63	0.67	0.72	0.79	0.84	4.74
	F078	5	0.88	0.82	0.9	0.86	0.89	0.9	0.87	6.12

	F079	3	0.54	0.61	0.66	0.71	0.76	0.82	0.88	4.98
	F080	6	0.79	0.75	0.83	0.87	0.9	0.88	0.85	5.87
	F081	3	0.56	0.6	0.65	0.69	0.74	0.8	0.83	4.87
	F082	4	0.9	0.86	0.84	0.89	0.88	0.87	0.9	6.14
La Florida	**F083**	3	0.52	0.57	0.62	0.66	0.7	0.76	0.81	4.64
	F084	6	0.76	0.81	0.78	0.84	0.86	0.89	0.9	5.84
Yanayacu	**F085**	2	0.58	0.64	0.68	0.73	0.77	0.83	0.89	5.12
	F086	3	0.85	0.8	0.87	0.9	0.88	0.86	0.84	6
	F087	5	0.55	0.59	0.64	0.68	0.73	0.78	0.82	4.79
	F088	4	0.82	0.85	0.8	0.88	0.9	0.89	0.86	6
San Francisco	**F089**	3	0.53	0.56	0.61	0.65	0.71	0.75	0.8	4.61
	F090	6	0.78	0.83	0.79	0.86	0.9	0.9	0.88	5.94
	F091	3	0.57	0.62	0.67	0.72	0.76	0.81	0.85	5
Los Pinos	**F092**	5	0.89	0.84	0.9	0.87	0.85	0.9	0.89	6.14
	F093	3	0.5	0.55	0.6	0.64	0.69	0.74	0.79	4.51
	F094	4	0.8	0.77	0.85	0.9	0.87	0.9	0.88	5.97
La Tebaida	**F095**	3	0.59	0.63	0.69	0.74	0.78	0.84	0.9	5.17
	F096	6	0.84	0.88	0.82	0.9	0.89	0.9	0.86	6.09
	F097	4	0.51	0.56	0.62	0.67	0.71	0.77	0.83	4.67
	F098	5	0.87	0.81	0.89	0.85	0.9	0.88	0.9	6.1
La Palmira	**F099**	3	0.54	0.6	0.66	0.7	0.75	0.81	0.86	4.92
	F100	5	0.81	0.86	0.79	0.88	0.9	0.87	0.89	6
Nuestro Pueblo	**F101**	3	0.55	0.61	0.64	0.69	0.74	0.79	0.84	4.86
	F102	5	0.9	0.87	0.85	0.89	0.88	0.9	0.87	6.16
	F103	3	0.52	0.58	0.63	0.68	0.72	0.78	0.82	4.73
El Rosal	**F104**	5	0.79	0.84	0.81	0.87	0.9	0.89	0.9	6
	F105	3	0.56	0.62	0.67	0.71	0.76	0.82	0.87	5.01
	F106	5	0.86	0.9	0.84	0.88	0.9	0.89	0.9	6.17
Chipualo	**F107**	3	0.62	0.55	0.71	0.67	0.74	0.82	0.89	5
	F108	5	0.86	0.8	0.84	0.88	0.9	0.87	0.85	6
El Maestro	**F109**	5	0.51	0.58	0.63	0.69	0.75	0.81	0.86	4.83
	F110	6	0.77	0.72	0.79	0.83	0.88	0.9	0.87	5.76
	F111	3	0.59	0.64	0.6	0.73	0.7	0.79	0.84	4.89
La Licada	**F112**	5	0.89	0.84	0.87	0.9	0.88	0.86	0.9	6.14
	F113	4	0.53	0.57	0.66	0.71	0.76	0.8	0.85	4.88
	F114	5	0.8	0.75	0.82	0.86	0.89	0.9	0.88	5.9
	F115	3	0.57	0.65	0.73	0.81	0.92	1.08	1.22	5.98
Total		479								633.94

Nota: *Esta tabla muestra la cuantificación de residuos orgánicos recolectados en los días de muestreo.*

Se explica que la cuantificación debe estar enfocada en la generación de residuos orgánicos de una población evaluada de 479 habitantes. Se mantiene que la recolección fue realizada en 115 hogares, pero los resultados se expresan también como generación per cápita (kg/habitante/día), que es un indicador técnico utilizado en estudios de residuos sólidos.

La cuantificación de los residuos orgánicos generados en los 115 domicilios (ver en la tabla 8), permite determinar una producción total 633,94 kg durante los siete días, evidenciando un predominio de residuos de origen vegetal, representados principalmente por verduras, hortalizas, frutas y desechos de alimentos, mientras que los residuos de jardín se presentaron en menor porción.

11.1.2.3. Cálculo de la generación per cápita del Cantón Salcedo

Datos

Peso total= 633,94 kg

N° de habitantes= 479 habitantes

N° de días muestreados= 7 días

CÁLCULO

$$PPC = \frac{Kg\ recolectados\ RO}{\#\ Habitantes\ *\ Día}$$

$$PPC = \frac{633{,}94\ Kg}{479\ habitantes * 7\ día}$$

$$PPC = 0{,}19 \frac{Kg}{habitante\ *\ día}$$

Durante los siete días de muestreo realizados en el cantón Salcedo se obtuvo una generación total de 633,94 kg de residuos sólidos orgánicos provenientes de 115 hogares y 479 habitantes evaluados. La generación per cápita obtenida fue de 0,19 kg/habitante/día, lo que demuestra que existe una disponibilidad constante de residuos biodegradables que pueden ser utilizados como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos mediante procesos de compostaje, contribuyendo a la reducción de residuos enviados a disposición final y promoviendo prácticas de economía circular dentro del cantón Salcedo.

11.1.2.4. Producción total de residuos orgánicos

Datos:

- **Población=** 67.493 habitantes
- **Producción per cápita (PPC) =** 0,19 kg/Hab*día

Producción diaria

$$67.493\ habX\ 0{,}19\ kg/han * dia\ =\ 12823{,}67\ kg/dia$$

Total = 12,824 toneladas/día

Producción semanal

$$12823{,}67\ x\ 7\ =\ 89.765{,}69\ kg/semana$$

Total: 89,766 toneladas/semana

Producción mensual

$$12823{,}67\ x\ 30\ =\ 384.710{,}1\ kg/mes$$

$$\boldsymbol{total}: 384716\ tonelada/mes$$

Producción anual

$$12823{,}67\ x\ 365\ =\ 4680639{,}55\ kg/año$$

Total: 4.680,709 tonelada/año

11.1.2.5. Método de cuarteo

Se realizó la recolección de los residuos orgánicos generados en los 115 domicilios en el cantón Salcedo, según la **Norma Mexicana NMX-AA-015-1985,** para realizar el método de cuarteo se tomó en cuenta siete días de la semana, lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo utilizando 50 kg de residuos, teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Se colocó una lona plástica de 4 x 4 m sobre una superficie limpia y nivelada, sobre el plástico se depositó una muestra representativa de 50 kg de residuos orgánicos domiciliarios.

- Se homogeneizaron manualmente para garantizar una distribución uniforme.
- Se dividió en cuatro cuadrantes identificados como (A, B, C, D)**.**

Figura 13

División de los cuadrantes para la aplicación del método de cuarteo.

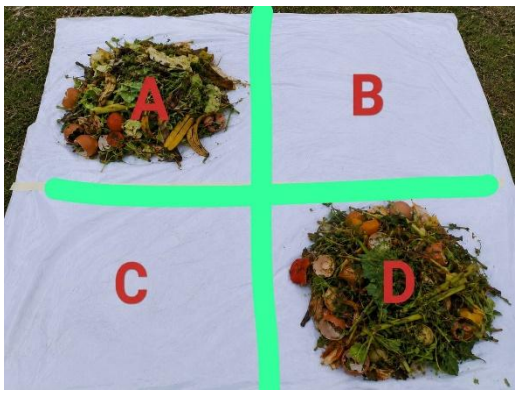


Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Se descartaron dos cuadrantes opuestos (B y C) para obtener una muestra representativa para la caracterización física de los residuos y reducir la probabilidad de error, por tanto, se conservó el cuadrante (A y D) después se separaron los residuos orgánicos en 5 secciones.

Figura 14

Cuadrantes (A y D)



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Los residuos orgánicos fueron caracterizados y clasificados según las 5 secciones consideradas en el estudio; posteriormente, se determinó y registró el peso de cada grupo, como se muestra en la Tabla.

Tabla 7

Peso de los residuos orgánicos cantón Salcedo

Tipo de residuo orgánico	Peso total (kg/semana)	Porcentaje (%)
Verdura	14.50	27.51
Hortaliza	12.50	24.32
Fruta	10	22.46
Desecho de alimento	9.50	20.34
Residuos de jardín y poda	3.50	5.37
TOTAL	**50**	**100**

Nota: *En esta tabla se muestran los porcentajes de cada grupo.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

La caracterización de residuos orgánicos domiciliarios permitió determinar una generación total de 633,94 kg en siete días de muestro en los 115 hogares parte del estudio. Los componentes que predominan son verduras con 27,52%, hortalizas que representan en 24.32% y las frutas con el 22,46%.

De esta manera, los resultados indican que se tiene una elevada disponibilidad de la materia orgánica biodegradable, que se puede aprovechar conforme el compostaje para que se produzca los abonos orgánicos y la disminución de los residuos a la disipación final.

11.1.3. Diseñar un sistema técnico de producción de abono orgánico con los residuos generados en el cantón Salcedo

11.1.3.1. Propuesta

Introducción

El sistema técnico se basa en una alternativa ambientalmente sostenible para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en los hogares del cantón Salcedo. A partir de la caracterización realizada en viviendas, se identificó que una proporción significativa de los residuos sólidos urbanos corresponde a materia orgánica biodegradable, principalmente restos de frutas, verduras, alimentos preparados y residuos de poda, materiales que presentan un alto potencial para ser transformados en abono orgánico mediante el proceso de compostaje.

Se planteó un sistema técnico con la finalidad de optimizar el manejo de los residuos sólidos urbanos, disminuir la cantidad de desechos enviados al sistema de disposición final y promover prácticas ambientales sostenibles en la población.

Objetivo

Diseñar un sistema adecuado de producción de abono orgánico que integre las etapas de separación, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios generados en el cantón Salcedo, promoviendo una gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos.

Metas y Alcance

Diseñar un sistema técnico de producción de abono orgánico que permita aprovechar los residuos orgánicos domiciliarios del cantón Salcedo mediante procesos de separación, almacenamiento, tratamiento y compostaje, promoviendo una gestión sostenible de los residuos sólidos. El diseño comprende la propuesta técnica del sistema de producción de abono orgánico, desde la separación de los residuos en la fuente hasta la obtención del compost, sin incluir su construcción o implementación a escala industrial. La propuesta servirá como base para futuras acciones de aprovechamiento de residuos orgánicos en el cantón Salcedo.

11.1.3.2. Etapa de generación de residuos sólidos en el Cantón Salcedo

Introducción

Para mejorar se busca fortalecer la corresponsabilidad entre la ciudadanía y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, promoviendo prácticas que faciliten la recuperación de los residuos orgánicos antes que sea transportados por el servicio de recolección, la generación de residuos tiene como objetivo disminuir la cantidad de residuos destinados a disposición final, optimizar el servicio municipal de aseo y generar una materia prima apta para la producción de abono orgánico.

Objetivo

Fomentar la participación del cantón Salcedo con respecto al manejo responsable de los residuos orgánicos por medio de las acciones que permitan su aprovechamiento.

Alcance

Se pretende implementar las acciones orientadas a la mejora de la gestión de los residuos sólidos desde el lugar en el que se generan, lo que busca el fortalecimiento de la participación de la comunidad en la separación y el aprovechamiento de la materia orgánica.

Medidas

- Identificar los residuos sólidos generados diariamente en cada hogar.
- Promover la separación de los residuos orgánicos desde el lugar donde se generan.
- Evitar la mezcla de residuos orgánicos con materiales reciclables o no aprovechables.

Objetivo: Fomentar la participación del cantón Salcedo en el manejo responsable de los residuos orgánicos mediante acciones que permitan su aprovechamiento.

Tabla 8

Programa de generación de residuos orgánicos domiciliarios

Impacto	Medida propuesta	Medida de verificación	Responsables	Beneficios	Presupuesto
Alta generación sin aprovechamiento	Campañas de separación en la fuente	Registro fotográfico e informes	GAD Salcedo / Comunidad	Reduce residuos	Para cotizar las campañas y actividades se necesitaría $1.000
Mezcla de residuos	Capacitación	Listas de asistencia	Gestión Ambiental	Mejor calidad del compost	Para cotizar las campañas y actividades se necesitaría $600
Bajo conocimiento	Educación ambiental	Encuestas	Técnicos ambientales	Mayor participación	Para cotizar las campañas y actividades se necesitaría $800

Desaprovechamiento	Compostaje domiciliario	Visitas técnicas	GAD y ciudadanía	Producción de abono	Para cotizar las campañas y actividades se necesitaría $2.000

Nota: Se observa en la tabla el proceso pertinente. **Fuente:** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.1.3.3. Programa de educación ambiental para los ciudadanos del Cantón Salcedo

Introducción

Es importante plantear programas de educación ambiental dirigidas a las familias del cantón Salcedo, con el propósito de fortalecer sus conocimientos y fomentar hábitos responsables en el manejo de los residuos orgánicos domiciliarios. La capacitación permitirá que los hogares adopten prácticas adecuadas de separación en la fuente y aprovechamiento de la materia orgánica, promoviendo una mayor conciencia ambiental en beneficios de la comunidad.

Objetivo

Capacitar a las familias del cantón Salcedo sobre el manejo adecuado y el aprovechamiento de los residuos.

Alcance

La comunidad en general debe ser parte del sistema técnico de generación de manejo de residuos sólidos, comprende actividades de capacitación, sensibilización y participación comunitaria enfocadas en la correcta separación de los residuos orgánicos, el compostaje domiciliario y los beneficios ambientales, socioeconómicos derivados de su aprovechamiento.

Medidas

- Desarrollar los talleres de la educación ambiental dirigidos a las familias participantes.
- Difundir la información acerca de la correcta separación de los residuos orgánicos en el hogar.
- Promover el compostaje como una alternativa de aprovechamiento de los residuos biodegradables.

- Entregar material informativo conteniendo recomendaciones para el manejo de los residuos orgánicos.

Objetivo: Capacitar a las familias del cantón Salcedo acerca del manejo adecuado y el aprovechamiento de los residuos.

Tabla 9

Programa de educación ambiental para los ciudadanos del Cantón Salcedo

Impacto	Medida propuesta	Medida de verificación	Responsables	Beneficios y/o sanciones	Presupuesto (USD)
Escaso conocimiento sobre el manejo de residuos orgánicos.	Realizar talleres de educación ambiental dirigidos a las familias.	Registro de asistencia, fotografías e informes técnicos.	GAD Municipal de Salcedo, Dirección de Gestión Ambiental y equipo técnico del proyecto.	Las familias participantes recibirán material educativo y certificados de participación.	$1.200
Deficiente separación de residuos en los hogares.	Capacitar sobre la correcta clasificación de residuos orgánicos e inorgánicos.	Encuestas de evaluación antes y después de las capacitaciones.	Técnicos ambientales y promotores comunitarios.	Mejor separación en la fuente y mayor cantidad de residuos aprovechables.	$800
Desconocimiento del proceso de compostaje.	Realizar las demostraciones prácticas para la elaboración del abono orgánico domiciliario.	Registro fotográfico y las listas de participación.	Equipo técnico del proyecto y GAD Municipal.	Producción de compost para uso en huertos familiares y jardines.	$1.500
Baja participación ciudadana en programas ambientales.	Organizar las campañas comunitarias y las ferias ambientales sobre la	Informes de las actividades y los registros fotográficos.	GAD Municipal de Salcedo, instituciones educativas y organizaciones	Incremento de la participación ciudadana y fortalecimiento de la cultura ambiental.	$2.000

	economía circular.		comunitarias.		
Escasa difusión de información ambiental.	Elaborar y distribuir material educativo (trípticos, afiches y manuales).	Registro de entrega del material educativo.	Dirección de Gestión Ambiental y equipo técnico.	Mayor conocimiento sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos.	$900

Nota: *La implementación del Programa de Educación Ambiental permitirá fortalecer las capacidades de las familias del cantón Salcedo para gestionar adecuadamente los residuos orgánicos domiciliarios y sus costos.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi*

11.1.3.4. Diseño de rutas de recolección diferenciada

Introducción

El diseño de rutas de recolección diferenciada constituye una estrategia fundamental para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo, permitiendo separar los residuos orgánicos desde su fuente de generación y facilitar su posterior aprovechamiento mediante procesos de compostaje. Actualmente, la mezcla de residuos orgánicos con materiales reciclables y no aprovechables incrementa el volumen de desechos enviados a disposición final, reduciendo la posibilidad de transformar estos residuos en productos con valor agregado como abonos orgánicos.

La implementación de rutas diferenciadas de recogida de residuos orgánicos permitirá optimizar las rutas y garantizar el suministro de materias primas para la producción de compost. Para ello se identificarán puntos de generación de claves mediante herramientas SIG como QGIS, creando rutas y horarios eficientes.

Objetivo

Desarrollar rutas de recolección diferenciadas que faciliten el aprovechamiento de los residuos orgánicos y reduzcan la cantidad enviada a disposición final.

Alcance

La propuesta incluirá mercados, negocios, viviendas y actividades agrícolas, incluida la identificación de áreas prioritarias, el desarrollo de rutas, la determinación de la frecuencia de recolección y el traslado de desechos a un sitio de compostaje.

Tabla 10

Diseño de rutas de recolección diferenciada

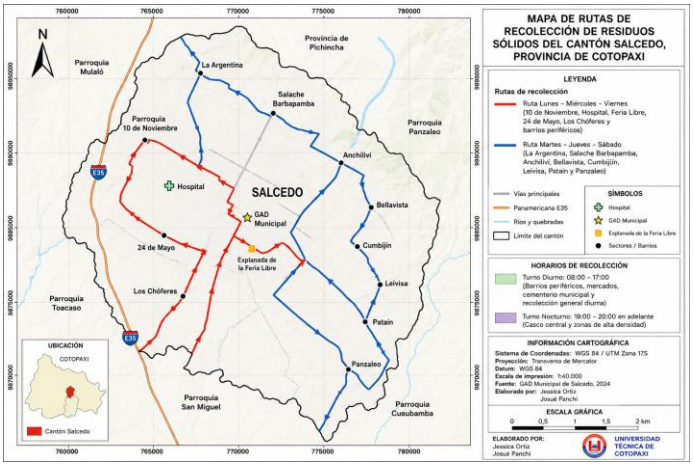
Impactos	Medida Propuesta	Medida de Verificación	Responsables	Beneficios y Sanciones	Presupuesto
Incremento de residuos orgánicos enviados a disposición final y pérdida de materia prima aprovechable.	Diseñar las rutas exclusivas para la recolección de los residuos orgánicos en los sectores con mayor generación (mercados, restaurante, los hogares y los centros comerciales).	Mapas de las rutas elaborados en QGIS, los registros de recorridos, las hojas de control y la cantidad de los residuos recolectados.	GAD Municipal de Salcedo, Departamento de Gestión Ambiental, personal de recolección y el equipo técnico del proyecto.	**Beneficios:** reducción de los residuos enviados al relleno sanitario, la producción del abono orgánico y la mejora del sistema de gestión. **Sanciones:** aplicación de los llamados de atención a generadores que incumplan la separación establecida según normativa municipal.	$800 - $1.500 (levantamiento de información, diseño SIG, señalización y planificación operativa).
Mezcla de residuos orgánicos con residuos no aprovechabl	Implementación de los horarios diferenciados para la recolección de los	Inspecciones periódicas, las fichas de seguimiento y los registros fotográficos.	GAD Municipal, promotores ambientales y ciudadanía participante.	**Beneficios:** mayor calidad del residuo orgánico recolectado y la mejor eficiencia del	$500 - $1.000 (capacitaciones y material informativo).

es durante la recolección.	residuos orgánicos y capacitar a los generadores acerca de la separación adecuada.			compostaje. **Sanciones:** multas o las restricciones en base a ordenanzas municipales por la disposición incorrecta de residuos.	
Ineficiencia en los recorridos y aumento de costos operativos por rutas no optimizadas.	Aplicar las herramientas SIG para la optimización de distancias, los tiempos y los puntos de recolección.	Comparación de las rutas actuales y las propuestas, análisis de los tiempos y las distancias recorridas.	Técnico SIG, GAD Municipal y responsables del proyecto de investigación.	**Beneficios:** reducción del consumo de combustible, menor tiempo de operación y optimización de recursos municipales.	$300 - $700 (software, procesamiento cartográfico y elaboración de mapas).
Baja participación ciudadana en la entrega diferenciada de residuos.	Implementar campañas de educación ambiental sobre horarios, rutas y clasificación de residuos orgánicos.	Encuestas de la percepción, el número de las personas capacitadas y el porcentaje de participación.	GAD Municipal, instituciones educativas, las asociaciones y la comunidad.	**Beneficios:** fortalecimiento de la cultura ambiental y la participación comunitaria. **Sanciones:** advertencias por el incumplimiento de las normas de separación.	$500 - $800 (material educativo, señalética y talleres).

Nota: *Estrategia fundamental para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Figura 15

Mapa de ruta de recolección



Nota: *Se puede apreciar la ruta de recolección en el cantón salcedo.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.2. Proceso de elaboración del compost mediante tratamiento biológico con enzimas

Para la producción de abono orgánico propuesta en esta investigación se empleó un tratamiento biológico con enzimas naturales, con el propósito de acelerar la descomposición de los residuos orgánicos domiciliarios generados en el cantón Salcedo. Este tratamiento mejora el proceso de compostaje estimulando la actividad de los microorganismos y acelerando la descomposición de la materia orgánica. Los residuos usados que provienen de las viviendas del cantón Salcedo incluyen frutas, verduras, restos de comida, cáscaras y residuos de plantas, los cuales son previamente separados para asegurar una cantidad suficiente de materia prima..

Como activadores biológicos se emplearon melaza, levadura de cerveza y leche**,** ingredientes que favorecen el crecimiento de microorganismos benéficos y estimulan la actividad enzimática durante el proceso de descomposición. Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores biológicos, acelerando las reacciones bioquímicas responsables de la transformación de la materia orgánica en un abono estable, rico en nutrientes y apto para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas.

La aplicación de este tratamiento contribuye a reducir el volumen de residuos sólidos urbanos destinados a disposición final, disminuye los impactos ambientales asociados a la

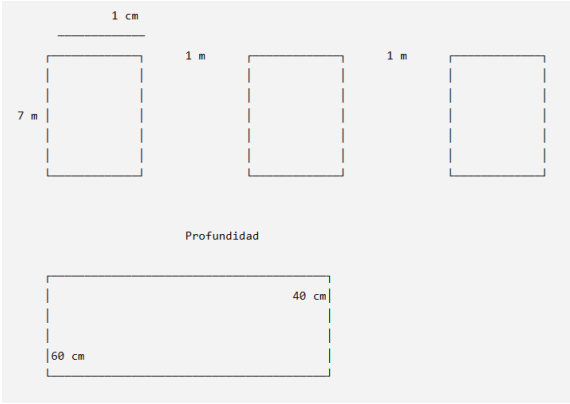
acumulación de residuos orgánicos y promueve un modelo de economía circular mediante el aprovechamiento sostenible de estos materiales.

11.2.1. Determinación del área para el compostaje

Para el cantón Salcedo se propone la implementación de una planta piloto de compostaje, destinada al aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios previamente separados en la fuente. El área seleccionada deberá contar con acceso vehicular, disponibilidad de agua, buena ventilación natural y un sistema de drenaje que permita controlar los lixiviados generados durante el proceso.

Figura 16

Diseño de las camas composteras



Nota: *Escala de la cama compostera.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.2.2. Análisis comparativo del dimensionamiento de camas composteras para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en el cantón salcedo

Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo se requiere un sistema de compostaje que garantice suficiente capacidad de almacenamiento, adecuada aireación y facilidad para las labores de volteo y control del proceso. El dimensionamiento de las camas composteras depende principalmente de la cantidad de residuos orgánicos que ingresan diariamente, la densidad del material fresco y el tiempo de permanencia durante el proceso de compostaje.

En el caso del cantón Salcedo, considerando la producción estimada de 4.680.709 toneladas/año de residuos orgánicos (=2,53 t/día), resulta recomendable emplear camas

composteras de tipo abierto, debido a su menor costo de construcción, facilidad de operación y alta eficiencia para proyectos municipales de pequeña y mediana escala. Estas características han sido ampliamente utilizadas en investigaciones desarrolladas en Ecuador.

Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo, el dimensionamiento de las camas composteras debe considerar la cantidad de residuos a procesar, la frecuencia de volteo, el tiempo de compostaje y el área disponible. En estudios realizados en Ecuador, las dimensiones más utilizadas corresponden a camas de 1,50 m de ancho, entre 5 y 7 m de longitud y alturas entre 0,40 y 1,50 m, dependiendo del tipo de manejo y del sistema de aireación.

Para una planta de compostaje municipal como la propuesta para Salcedo, es recomendable emplear camas abiertas con una altura útil de 0,60 m, ya que permiten un adecuado control de temperatura, humedad y oxigenación, además de facilitar el volteo manual o con maquinaria ligera.

Tabla 11

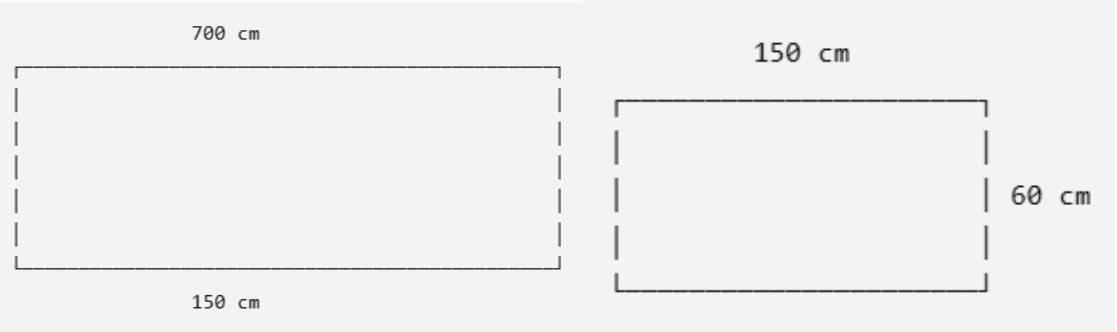
Parámetros de un plan para una cama compostera.

Parámetro	**Cama pequeña**	**Cama mediana**	**Cama recomendada para Salcedo**
Largo	500,00cm	600,00cm	700,00cm
Ancho	150,00cm	150,00cm	150,00cm
Profundidad	40,00cm	50,00cm	60,00cm
Área ocupada	7,5 m^2	9,0,00m^2	10,5 m^2
Volumen útil	3,0,00m^3	4,5 m^3	6,3 m^3
Tipo de manejo	Manual	Manual/Mecánico	Manual o minicargador

Nota: *Se observa detalladamente las dimensiones de una cama compostera*.

Figura 17

Diseño de camas composteras



Nota: *Escala del diseño de una cama compostera.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Un terreno de **50 m × 50 m (2 500 m²)** es una excelente opción porque permite distribuir de manera ordenada:

- Área de recepción de residuos.
- Camas composteras.
- Área de volteo.
- Zona de maduración.
- Almacenamiento del compost terminado.
- Sistema de recolección de lixiviados.
- Vías de circulación y maniobra de vehículos.
- Oficina y bodega.

Esta dimensión es técnicamente viable para una planta de compostaje destinada al aprovechamiento de los residuos orgánicos del cantón Salcedo.

11.2.3. Elaboración del Compostaje

El compostaje es un proceso biológico aeróbico y controlado mediante el cual los microorganismos, principalmente bacterias, hongos y actinomicetos, degradan la materia orgánica biodegradable y la transforman en un material estable conocido como compost. Durante este proceso, los residuos orgánicos experimentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos que permiten la mineralización de los nutrientes y la formación de sustancias húmicas beneficiosas para el suelo.

Figura 18

Elaboración de la cama compostera



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Se realizó la medición de la cama compostera utilizando una cinta métrica para verificar que sus dimensiones fueran las establecidas en el diseño de la investigación. Al mismo tiempo, junto con el equipo de trabajo, se efectuó la preparación y adecuación del terreno mediante la remoción del suelo con herramientas manuales, con el propósito de obtener una superficie adecuada para la implementación de la cama compostera. Esta etapa fue fundamental para garantizar una correcta disposición de los materiales orgánicos y favorecer un proceso de compostaje eficiente durante el desarrollo de la investigación.

Figura 19

Colocación de los residuos orgánicos en la cama compostera



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Se inició el proceso de elaboración del abono orgánico mediante la incorporación 1/5 sacos de capas de hojas secas, abono de cuy, 10 sacos residuos orgánicos provenientes de frutas, verduras y hortalizas, además de 5L de melaza y 10L leche como bioestimulantes. La mezcla

se distribuyó de forma homogénea para favorecer el equilibrio entre materiales ricos en carbono y nitrógeno, permitiendo una adecuada actividad microbiana desde el inicio del compostaje.

Figura 20

Primera remoción de los residuos sólidos



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.2.4. Tiempo para elaborar el compost

Según investigaciones realizadas, consideramos que el tiempo de maduración del compost varía en función del tipo de residuos orgánicos utilizados, presente durante el proceso de descomposición. Cuando estos factores se mantienen en niveles adecuados, es posible obtener un compost estabilizado en un periodo aproximado de dos a tres meses. Se logró obtener compost en un tiempo aproximado de 3 meses total 12 semanas, de la mano con las condiciones climáticas en su mayoría favorables.

Tabla 12

Seguimiento de maduración temperatura y Ph de compost

Mes	Fecha	Etapa	Hum. (%)	Répl.	Temp. (°C)	Prom. Temp. (°C)	Desv. Est. (s) Temp.	Répl.	pH	Prom. pH	Desv. Est. (s) pH	Observación
Mes 1	**Semana 1**	Fase inicial (descomposición activa)	62	R1 R2 R3	35.0 36.5 35.0	**35.5**	0.87	R1 R2 R3	6.4 6.5 6.6	**6.5**	0.10	Se evidenció aumento de temperatura y presencia de microorganismos descomponedores debido a la incorporación de residuos orgánicos

											frescos.
Mes 1	**Semana 2**	Fase inicial	60	R1 R2 R3	42.0 43.5 42.0	**42.5**	0.87	R1 R2 R3	6.7 6.8 6.9	**6.8**	0.10	La humedad se mantuvo adecuada para favorecer la actividad microbiana; se realizó volteo para mejorar la aireación.
Mes 1	**Semana 3**	Fase termófila	58	R1 R2 R3	55.0 56.0 54.0	**55.0**	1.00	R1 R2 R3	7.0 7.1 7.2	**7.1**	0.10	El pH presentó un incremento por la degradación de materia orgánica y liberación de compuestos alcalinos.
Mes 1	**Semana 4**	Fase termófila	55	R1 R2 R3	58.0 60.0 59.0	**59.0**	1.00	R1 R2 R3	7.3 7.4 7.5	**7.4**	0.10	Se observó estabilización del material y reducción progresiva de olores.
Mes 2	**Semana 5**	Fase de transformación	53	R1 R2 R3	48.0 49.0 47.0	**48.0**	1.00	R1 R2 R3	7.1 7.2 7.3	**7.2**	0.10	La materia orgánica comenzó a presentar mayor uniformidad y coloración más oscura.
Mes 2	**Semana 6**	Fase de transformación	52	R1 R2 R3	41.0 42.5 42.5	**42.0**	0.87	R1 R2 R3	6.9 7.0 7.1	**7.0**	0.10	La humedad permaneció dentro del rango recomendado para el proceso de compostaje.
Mes 2	**Semana 7**	Fase de maduración	50	R1 R2 R3	34.0 35.0 36.0	**35.0**	1.00	R1 R2 R3	6.8 6.9 7.0	**6.9**	0.10	Se evidenció disminución de la actividad térmica y mayor estabilidad del compost.
Mes 2	**Semana 8**	Fase de maduración	48	R1 R2 R3	30.0 31.0 29.0	**30.0**	1.00	R1 R2 R3	6.7 6.8 6.9	**6.8**	0.10	El material presentó características de compost semimaduro con textura más homogénea.
Mes 3	**Semana 9**	Maduración final	45	R1 R2 R3	26.0 27.0 25.0	**26.0**	1.00	R1 R2 R3	6.6 6.7 6.8	**6.7**	0.10	Se observó estabilización del pH y reducción de humedad por pérdida natural de agua.
Mes 3	**Semana 10**	Maduración final	43	R1 R2 R3	23.5 24.0 24.5	**24.0**	0.50	R1 R2 R3	6.5 6.6 6.7	**6.6**	0.10	El compost presentó condiciones favorables para su aplicación agrícola.
	Semana	Compost		R1 R2	22.0 21.5			R1 R2	6.4 6.5			Se obtuvo un producto con

Mes 3	**11**	terminado	40	R3	22.5	**22.0**	0.50	R3 6.6	**6.5**	0.10	características físicas adecuadas y baja presencia de residuos sin degradar.
Mes 3	**Semana 12**	Compost terminado	38	R1 R2 R3	20.0 20,5 21,0	**20.5**	0.50	R1 6.3 R2 6,4 R3 6,5	**6.4**	0.10	El abono orgánico alcanzó condiciones de madurez y estabilidad para su uso.

Nota: *Proceso detallado de las condiciones en la que se desarrolló el compost.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

Por ello, consideramos que el monitoreo constante del proceso es un aspecto fundamental, ya que permite mantener condiciones favorables para la biodegradación de la materia orgánica y obtener un compost de buena calidad, apto para mejorar las propiedades del suelo.

Tabla 13

Proceso detallado de elaboración del compost.

Material	**Cantidad**	**Descripción del uso**	**Función en el proceso de compostaje**	**Recomendaciones**
Melaza	5 L	La melaza se diluyó en agua y se aplicó uniformemente sobre la mezcla de residuos orgánicos durante la preparación y el monitoreo del compost.	Actúa como fuente de carbono de rápida disponibilidad, estimulando el crecimiento y la actividad de los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica. Además, acelera el proceso de compostaje y contribuye a	Aplicar la melaza previamente diluida para facilitar su distribución uniforme y evitar concentraciones excesivas. Mantener una humedad entre el 50 % y 60 % para favorecer la actividad microbiana.

			disminuir los malos olores generados durante la descomposición.	
Abono de cuy	1/5 saco	Se incorporó una capa homogénea de estiércol de cuy sobre los residuos orgánicos al inicio del proceso de compostaje.	Aporta nitrógeno, microorganismos benéficos y nutrientes esenciales que favorecen la rápida descomposición de la materia orgánica y mejoran la calidad nutricional del compost final.	Utilizar estiércol parcialmente estabilizado para evitar temperaturas excesivas y controlar la generación de olores. Distribuir el material de forma homogénea en toda la mezcla.
Residuos orgánicos (frutas, verduras y hortalizas)	10 sacos	Se utilizaron residuos orgánicos provenientes de los hogares, previamente seleccionados y libres de materiales inorgánicos, formando la base principal de la pila de compostaje.	Constituyen la materia prima del proceso, aportando carbono, nitrógeno, humedad y compuestos orgánicos que serán transformados biológicamente en un abono orgánico estable y rico en nutrientes.	Triturar los residuos para aumentar el área de contacto y acelerar la descomposición. Realizar volteos cada 5 a 7 días para garantizar una adecuada aireación y evitar condiciones anaeróbicas.
Hojas secas	Según disponibilidad	Se colocaron como material estructurante entre las capas de residuos orgánicos frescos.	Aportan carbono, mejoran la estructura física de la mezcla y facilitan la circulación del	Mantener una proporción adecuada entre materiales secos y húmedos para equilibrar la relación

			aire, evitando el exceso de humedad y la compactación del material.	carbono/nitrógeno (C/N) y optimizar el proceso de compostaje.
Leche	10 L	Se añadió durante la preparación inicial de la pila de compost como complemento para favorecer el desarrollo microbiano.	Aporta proteínas, azúcares y microorganismos que estimulan la actividad biológica durante las primeras etapas del compostaje, favoreciendo una degradación más eficiente de la materia orgánica.	Aplicar en cantidades moderadas para evitar fermentaciones excesivas o la aparición de olores desagradables.

Nota: *Se puede observar con exactitud la información necesaria.* ***Fuente:*** *Jessica Ortiz, Josue Panchi*

Figura 21

Constante monitoreo del abono.



Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.2.5. Método de Compostaje Utilizado

El método de compostaje utilizado fue la melaza no actúa como un inhibidor en el sentido tradicional, sino todo lo contrario: funciona como un bio estimulante y activador microbiano. Al aportar carbono altamente soluble, acelera la descomposición de la materia

orgánica al alimentar de inmediato a los microorganismos. También aplicamos un inhibidor enzimático como es el de la leche sus enzimas ayudan con el proceso de descomposición.

11.2.5.1. Factores que implican la elaboración del compost

Para este proceso de compost varios factores se ven comprometidos desde la temperatura hasta la responsabilidad de volteo ya que se debe ser constante con el monitoreo para obtener mejores resultados de los que cabe explicar la calidad se ve comprometida ya que la temperatura ayuda a regular los microorganismos que se estén desarrollando en el compost para con ellos garantizar un buen proceso de compostaje.

Figura 22

Compostaje aeróbico



Fuente: *Jessica Ortiz y Josué Panchi*

11.2.5.2. Tipo de Abono elaborado

El producto obtenido en la presente investigación corresponde a un compost orgánico, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos urbanos mediante un proceso de compostaje aeróbico controlado. En la Tabla 13 se describen sus principales características y su aplicación.

Tabla 14

Descripción del tipo de abono.

Aspecto	Descripción
Tipo de abono	Compost orgánico.
Clasificación	Abono orgánico sólido obtenido mediante un proceso de compostaje aeróbico controlado.
Materia prima	Residuos sólidos orgánicos urbanos biodegradables, principalmente restos de frutas, verduras, hortalizas, residuos de alimentos y residuos de jardinería recolectados en el cantón Salcedo.
Proceso de elaboración	Descomposición biológica en presencia de oxígeno mediante la acción de microorganismos, con monitoreo periódico de temperatura, humedad, pH y volteos para favorecer la estabilización del material.
Características del producto	Material de color café oscuro, olor a tierra húmeda, textura homogénea y libre de residuos sin descomponer, con contenido de materia, orgánica y nutrientes que contribuyen al mejoramiento del suelo.
Finalidad	Mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementar la disponibilidad de nutrientes y favorecer el crecimiento de los cultivos.
Uso recomendado	Aplicación como enmienda orgánica en cultivos agrícolas, huertos, áreas verdes y viveros del cantón Salcedo.

Nota: *Análisis del tipo de abono*.

11.2.6. Análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y metales pesados del abono elaborado a base de los residuos orgánicos generados en el Cantón Salcedo.

11.2.6.1. Parámetros físicos y químicos de los diferentes tipos de compost elaborados

Tabla 15

Análisis de los parámetros físico y químico en los abonos.

Parámetro	Verduras	Hortalizas	Frutas	Desechos de alimentos	Jardín
pH	7.18	6.92	7.05	7.30	7.42
Conductividad eléctrica (µS/cm)	3850	4015	3620	4680	2980
Temperatura (°C)	30.8	31.6	29.9	32.5	28.7
Humedad (%)	37.6	39.8	41.2	36.4	33.5
Materia orgánica (%)	49.3	51.6	47.9	54.2	58.4
Carbono orgánico (%)	28.6	29.4	27.5	31.1	33.2
Relación C/N	18:1	17:1	19:1	16:1	20:1
Nitrógeno total (N) (%)	1.56	1.71	1.43	1.95	1.62
Fósforo (P) (%)	0.68	0.74	0.61	0.83	0.57
Potasio (K) (%)	2.84	3.18	2.67	3.54	2.29
Calcio (Ca) (%)	2.46	2.58	2.21	2.84	3.05
Magnesio (Mg) (%)	0.61	0.66	0.58	0.73	0.69
Hierro (Fe) (ppm)	4680	4915	4520	5030	5485
Manganeso (Mn) (ppm)	165	174	158	183	196
Zinc (Zn) (ppm)	36	39	34	42	31
Cobre (Cu) (ppm)	12.4	13.8	11.9	15.2	10.6
Boro (B) (ppm)	18.6	20.3	17.9	21.4	16.7
Molibdeno (Mo) (ppm)	0.42	0.46	0.39	0.51	0.37

Nota: *Adjuntando la tabla se puede observar los parámetros físico y químicos del abono orgánico, que fue analizado en el laboratorio Agroanalisis*.

Los análisis demostraron que los compost evaluados tienen valores de pH (6,92-7,42) y conductividad eléctrica adecuados dentro de límites favorables para el uso agrícola. El compost de residuos de alimentos destacó por tener un mayor contenido de nutrientes con mayores niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, mientras que el compost de residuos de jardín tuvo mayores concentraciones de materia orgánica y carbono, que mejoran la estructura del suelo y la retención de humedad. Las temperaturas registradas (28,7-32,5 °C) indicaron una

estabilización suficiente del proceso. Además, los micronutrientes encontrados se mantuvieron en niveles adecuados para el desarrollo de las plantas. En total, cinco tipos de compost tuvieron propiedades favorables para su uso como enmiendas orgánicas que promueven la utilización de residuos y mejoran la fertilidad del suelo.

11.2.7. Etapa de disposición final de residuos sólidos

Introducción

La disposición final es la última etapa del manejo de residuos sólidos, donde los materiales que no pueden ser reutilizados, reciclados o sometidos a procesos de recuperación son dispuestos en vertederos. En el Cantón Salcedo, una adecuada gestión de esta fase permite controlar el impacto ambiental asociado a la acumulación de residuos, evitando problemas como la generación de olores, la generación de vectores y el impacto en el suelo y los recursos hídricos.

Objetivo

Crear una gestión eficiente de los residuos no aprovechables generados en el Cantón Salcedo mediante procesos de separación, recolección y disposición controlada, reducir la cantidad de residuos enviados a su destino y favorecer el aprovechamiento de materiales orgánicos a través del compostaje.

Alcance

La propuesta de manejo incluye los residuos generados en las viviendas evaluadas del cantón Salcedo, teniendo en cuenta la clasificación entre materiales orgánicos aprovechables y residuos que requieren disposición final. Esto incluye las etapas de clasificación, recolección diferenciada, transporte y disposición de residuos no reciclables.

Esta estrategia permitirá reducir la cantidad de residuos destinados a disposición final, incrementar el uso de materiales orgánicos en la producción de fertilizantes y fortalecer un sistema de gestión integral orientado a la sostenibilidad ambiental del cantón.

Tabla 16

Programa de disposición final

Impactos	Medida Propuesta	Medida de Verificación	Responsables	Beneficios y Sanciones	Presupuesto
Incremento de residuos sólidos enviados al sitio de disposición final	Implementar la separación de residuos orgánicos e inorgánicos desde los hogares para la facilitación de su aprovechamiento y tratamiento.	Registros de la recolección, las inspecciones y evidencia fotográfica.	GAD Municipal de Salcedo, habitantes y responsables del proyecto.	Beneficio: reducción de residuos enviados a disposición final y aprovechamiento de materia orgánica. Sanción: llamados de atención por incumplimiento de separación adecuada.	$150
Acumulación de residuos orgánicos y generación de malos olores	Aprovechar los residuos orgánicos domiciliarios por medio del proceso de compostaje para la elaboración del abono orgánico.	Registro del peso de residuos aprovechados, el control de la producción de compost y el seguimiento del proceso.	Equipo investigador y usuarios participantes.	Beneficio: obtención de abono orgánico y reducción de contaminación ambiental. Sanción: disposición inadecuada de residuos generando afectaciones ambientales.	$300
Contaminación del suelo y presencia de vectores por manejo inadecuado de residuos	Realizar almacenamiento temporal adecuado y que se evite la mezcla de residuos aprovechables	Registro fotográfico y el monitoreo periódico del área de almacenamiento.	Habitantes y servicio municipal de limpieza.	Beneficio: mejora de las condiciones sanitarias y ambientales. Sanción: aplicación de medidas	$100

	con residuos no aprovechables.			correctivas según normativa municipal.	
Disminución de la vida útil del sitio de disposición final	Reducir la cantidad de los residuos biodegradables por medio de los procesos de valorización como compostaje.	Comparación de cantidades de los residuos orgánicos aprovechados antes y luego del proyecto.	GAD Municipal de Salcedo y los gestores ambientales.	Beneficio: prolongación de la vida útil del sitio de disposición final y fortalecimiento de la economía circular. Sanción: incumplimiento de las disposiciones establecidas para la gestión de residuos.	$200
Falta de conocimiento sobre manejo adecuado de residuos sólidos	Realizar las capacitaciones acerca de la separación en la fuente, el compostaje y el aprovechamiento de residuos orgánicos.	Listas de la asistencia, las encuestas de conocimiento y el registro fotográfico.	Equipo investigador, autoridades locales y comunidad.	Beneficio: mayor participación ciudadana y mejora de hábitos ambientales. Sanción: pérdida de beneficios comunitarios por falta de participación.	$250

Nota: *Esta tabla queda alineada con tu proyecto porque relaciona la disposición final con la reducción de residuos mediante la producción de abono orgánico.*

11.2.8. Separación en la fuente

Introducción

La segregación en origen es una herramienta esencial en la gestión integral de residuos sólidos, ya que permite la clasificación inicial de los residuos en el punto de origen, evitando la combinación de residuos orgánicos, reciclables y no reutilizables. Esta acción facilita la recuperación de materia orgánica para convertirla en fertilizante mediante compostaje, reduciendo la cantidad de residuos enviados a disposición final. En el cantón Salcedo, la aplicación de este sistema permitirá obtener residuos orgánicos de mejor calidad provenientes de viviendas, mercados, restaurantes y actividades manufactureras. Para su implementación se propone el uso de contenedores diferenciados, orientaciones claras y medidas de educación ambiental, que fomenten la participación de la ciudadanía y fortalezcan prácticas adecuadas de manejo de residuos. Esta estrategia ayudará a reducir el impacto ambiental de la infra disposición, mejorar la eficiencia del proceso de compostaje y promover un modelo de economía circular basado en el uso de materiales biodegradables.

Objetivo

Implementar un sistema de separación en el punto de origen que permita clasificar los residuos sólidos urbanos del cantón Salcedo, facilitando el uso de materiales orgánicos en la producción de fertilizantes y reduciendo la cantidad de residuos destinados a su disposición final.

Alcance

La estrategia estará dirigida a los principales generadores de residuos orgánicos en el cantón Salcedo.

- Determinar la zona con mayor cantidad de residuos orgánicos.
- Implementación de contenedores diferenciados para residuos orgánicos, reciclables y no reciclables.
- Control y evaluación del nivel de clasificación de los residuos recogidos.
- Aprovechamiento de materia orgánica liberada para la producción de compost

Tabla 17

Separación en la fuente

Impactos	Medida Propuesta	Medida de Verificación	Responsables	Beneficios y Sanciones	Presupuesto
Mezcla de residuos orgánicos con residuos inorgánicos, dificultando su aprovechamiento para la producción de abono orgánico.	Implementar la separación de los residuos desde el lugar de la generación por medio de la clasificación en 3 categorías: residuos orgánicos, reciclables y no aprovechables.	Inspecciones periódicas, los registros de clasificación, las fichas del seguimiento y la evidencia fotográfica.	GAD Municipal de Salcedo, Departamento de Gestión Ambiental, ciudadanía y generadores de residuos.	**Beneficios:** mayor aprovechamiento de residuos orgánicos, reducción de residuos enviados a disposición final y mejora de la calidad del compost. **Sanciones:** llamados de atención o aplicación de sanciones establecidas en ordenanzas municipales por mala disposición de residuos.	$1.000 - $2.000 (adquisición de recipientes diferenciados y material informativo).

Baja calidad de la materia orgánica recolectada debido a la presencia de plásticos, vidrios u otros contaminantes.	Ubicar recipientes diferenciados con la identificación visual por medio de los colores y la señalética en puntos estratégicos de la generación.	Registro de la ubicación de los recipientes, el control visual y evaluación de la contaminación presente en los residuos orgánicos.	GAD Municipal, personal operativo de recolección y responsables del proyecto.	**Beneficios:** obtención de materia prima adecuada para compostaje y reducción de costos de clasificación posterior. **Sanciones:** restricciones o multas según normativa local por incumplimiento de separación.	$800 - $1.500 (recipientes, señalización y mantenimiento).
Desconocimiento ciudadano sobre la correcta clasificación de residuos sólidos.	Desarrollar campañas de educación ambiental por medio de talleres, capacitaciones y el material informativo sobre la separación en la fuente.	Encuestas de conocimiento, listas de asistencia, los registros fotográficos y la evaluación de participación ciudadana.	GAD Municipal, instituciones educativas, asociaciones y equipo técnico ambiental.	**Beneficios:** fortalecimiento de la cultura ambiental y mayor participación comunitaria. **Sanciones:** notificaciones educativas a usuarios que incumplan la separación establecida.	$500 - $1.000 (capacitaciones, afiches y material educativo).

Incremento del volumen de residuos enviados al sitio de disposición final.	Promover el aprovechamiento de los residuos orgánicos separados por medio de los procesos de compostaje para la producción de abono orgánico.	Pesaje de residuos orgánicos recolectados, los registros de ingreso al área de compostaje y la cantidad de compost producido.	GAD Municipal, técnicos ambientales y productores agrícolas beneficiarios.	**Beneficios:** reducción de residuos, generación de abono orgánico y fortalecimiento de la economía circular.	$700 - $1.200 (implementación y monitoreo del sistema).

Nota: Estrategia y aprovechamiento de los residuos orgánicos. **Fuente:** *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.2.9. Sistema de producción de abono orgánico

Introducción

La producción de abono orgánico mediante el aprovechamiento de residuos sólidos urbanos representa una alternativa sostenible para reducir los impactos ambientales generados por la disposición inadecuada de los residuos orgánicos y, al mismo tiempo, obtener un producto con valor agregado para uso agrícola. El compostaje es un proceso biológico controlado en el cual microorganismos transforman la materia orgánica biodegradable en un material estable, rico en nutrientes y beneficioso para mejorar las condiciones del suelo.

En el cantón Salcedo, la implementación de un sistema de producción de abono orgánico permitirá aprovechar los residuos provenientes de hogares, mercados, restaurantes y actividades agropecuarias, disminuyendo la cantidad de residuos enviados a disposición final. Este sistema contempla etapas como la recepción y clasificación de residuos, preparación de la materia orgánica, conformación de pilas o camas de compostaje, control de parámetros ambientales (humedad, temperatura y aireación), maduración, tamizado y almacenamiento del producto final.

La aplicación de este sistema contribuirá al fortalecimiento de la economía circular, promoviendo el aprovechamiento de recursos que actualmente son descartados y generando beneficios ambientales, sociales y económicos para los habitantes y productores agrícolas del cantón.

Objetivo

Diseñar un sistema de producción de abono orgánico a partir de residuos sólidos urbanos generados en el cantón Salcedo, mediante procesos de compostaje controlado, con la finalidad de aprovechar la fracción orgánica, reducir los residuos enviados a disposición final y obtener un producto apto para mejorar la calidad de los suelos agrícolas.

Alcance

El sistema de producción de abono orgánico estará enfocado en el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en sectores urbanos del cantón Salcedo, provenientes principalmente de hogares, mercados, restaurantes y actividades comerciales.

El alcance comprende:

- Recepción y pesaje de residuos orgánicos recolectados.
- Clasificación y eliminación de materiales no compostables.
- Preparación y acondicionamiento de la materia orgánica.
- Implementación de camas o pilas de compostaje.
- Control de parámetros del proceso (temperatura, humedad, pH y aireación).
- Volteos periódicos para favorecer la descomposición.
- Obtención, tamizado y almacenamiento del abono orgánico.
- Evaluación de la calidad del compost obtenido.

Tabla 18

Sistema de producción de abono orgánico

Impactos	Medida Propuesta	Medida de Verificación	Responsables	Beneficios y Sanciones	Presupuesto
Acumulación de residuos orgánicos sin tratamiento y aumento de residuos enviados a disposición final.	Implementar un sistema de compostaje para transformar residuos orgánicos urbanos en abono orgánico mediante procesos controlados de descomposición.	Registro de cantidad de residuos ingresados, fichas de control del proceso y evidencia fotográfica.	GAD Municipal de Salcedo, Departamento de Gestión Ambiental, técnicos ambientales y responsables del proyecto.	**Beneficios:** reducción del volumen de residuos, producción de abono orgánico y disminución de impactos ambientales. **Sanciones:** aplicación de medidas correctivas por manejo inadecuado de residuos según normativa municipal.	$2.000 - $5.000 (infraestructura, herramientas, materiales y operación inicial).
Presencia de residuos contaminantes que afectan la calidad del compost.	Realizar clasificación previa de los residuos orgánicos antes del proceso de	Inspecciones visuales, registros de clasificación y	Personal encargado del centro de compostaje y técnicos	**Beneficios:** obtención de compost de mejor calidad y reducción de contaminaci	$500 - $1.000 (equipos de clasificación y herramientas).

	compostaje, eliminando plásticos, vidrios y otros materiales no biodegradables.	análisis de calidad del material inicial.	ambientales.	ón del producto final.	
Generación de malos olores, lixiviados y afectación ambiental por un proceso inadecuado de compostaje.	Controlar las condiciones del proceso mediante monitoreo de humedad, temperatura, aireación y volteos periódicos de las pilas de compostaje.	Registros de temperatura, humedad, pH, frecuencia de volteo y controles técnicos del proceso.	Equipo técnico ambiental y operadores del área de compostaje.	**Beneficios:** proceso eficiente, reducción de emisiones y producción de abono estable. **Sanciones:** correcciones operativas en caso de incumplimiento de procedimientos técnicos.	$800 - $1.500 (instrumentos de medición y monitoreo).
Desaprovechamiento del compost producido y limitada utilización en actividades agrícolas.	Promover el uso del abono orgánico obtenido en cultivos agrícolas del cantón Salcedo mediante	Registro de entrega del compost, seguimiento a parcelas agrícolas y encuestas a	GAD Municipal, asociaciones agrícolas y productores beneficiarios.	**Beneficios:** mejora de la fertilidad del suelo, reducción del uso de fertilizantes químicos y fortalecimie	$500 - $1.000 (capacitación y distribución del producto).

	convenios con productores locales.	beneficiarios.		nto de la agricultura sostenible.	
Falta de conocimiento sobre la elaboración y manejo del compostaje.	Capacitar al personal operativo y a la ciudadanía sobre el proceso de producción de abono orgánico y su importancia ambiental.	Listas de asistencia, evaluaciones de capacitación y registros fotográficos.	GAD Municipal, instituciones educativas y equipo investigador.	**Beneficios:** incremento de la participación ciudadana y sostenibilidad del sistema.	$500 - $800 (material educativo y talleres).

Nota: *Se observa una representación sostenible para reducir los impactos ambientales.*
Fuente: *Jessica Ortiz, Josué Panchi.*

11.2.10. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Introducción

El programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional tiene como finalidad establecer medidas preventivas para proteger la integridad física y la salud de las personas involucradas en las actividades de recolección, clasificación y transformación de residuos orgánicos mediante el proceso de compostaje.

Durante la elaboración de abono orgánico pueden presentarse riesgos asociados al manejo de residuos biodegradables, contacto con microorganismos, generación de polvo, presencia de vectores, manipulación de herramientas y exposición a condiciones ambientales. Por ello, es necesario implementar acciones de prevención, capacitación y uso adecuado de equipos de protección personal (EPP).

La aplicación de este programa permitirá desarrollar las actividades de compostaje de manera segura, reduciendo accidentes laborales y garantizando condiciones adecuadas durante el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón Salcedo.

Objetivo

Implementar medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales durante las actividades de manejo y transformación de residuos orgánicos, garantizando la protección de los trabajadores y responsables del proceso de compostaje.

Alcance

El programa está dirigido al personal encargado de la recolección, clasificación, transporte, preparación de camas composteras, volteo y manejo del compost generado a partir de los residuos orgánicos domiciliarios del cantón Salcedo.

Incluye medidas preventivas relacionadas con el uso de equipos de protección personal, capacitación del personal, manejo adecuado de herramientas y control de riesgos asociados al proceso de producción de abono orgánico.

Tabla 19

Identificación de riesgos y medidas preventivas

Actividad	Riesgo identificado	Medida preventiva	Equipo de protección personal (EPP)	Responsable
Recolección de residuos orgánicos	Contacto con residuos contaminados y microorganismos	Realizar separación adecuada y evitar contacto directo con residuos	Guantes, mascarilla, botas de seguridad	Personal encargado
Clasificación de residuos	Cortes o lesiones por presencia de materiales no identificados	Revisar los residuos antes de su manipulación	Guantes resistentes y ropa de protección	Responsable del compostaje

Preparación de camas composteras	Sobreesfuerzo físico y lesiones musculares	Aplicar técnicas adecuadas de levantamiento y manipulación de cargas	Guantes y calzado adecuado	Operadores
Volteo del compost	Exposición a polvo, gases y microorganismos	Realizar volteos controlados y mantener ventilación adecuada	Mascarilla, guantes y gafas de protección	Responsable del proceso
Manejo del compost terminado	Contacto con microorganismos presentes en el material	Evitar contacto directo y realizar higiene personal después de la actividad	Guantes y botas	Personal encargado

Nota: Observa el manejo adecuado que debe tener el personal encargado del compost.

Medidas generales de seguridad

- Utilizar permanentemente equipos de protección personal durante las actividades de compostaje.
- Realizar capacitaciones sobre manejo seguro de residuos orgánicos.
- Mantener limpia y organizada el área de compostaje.
- Contar con herramientas en buen estado para evitar accidentes.
- Realizar lavado de manos antes y después de la manipulación de residuos.
- Evitar la presencia de personas no autorizadas dentro del área de compostaje.
- Mantener registros de actividades y controles de seguridad.

Impactos (Sociales, Ambientales Y Económicos)

La implementación de un sistema de producción de abonos orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos en el cantón Salcedo genera impactos positivos en los ámbitos social, ambiental y económico, debido a que permite transformar residuos orgánicos domiciliarios en

un recurso aprovechable, promoviendo prácticas sostenibles de gestión de residuos y fortaleciendo la economía circular dentro del cantón.

Impacto Social

El proyecto genera un impacto social positivo al fomentar la participación de la población en la separación adecuada de residuos orgánicos desde la fuente, fortaleciendo la educación ambiental y promoviendo hábitos responsables en el manejo de los residuos sólidos urbanos.

Además, la implementación del compostaje permite crear conciencia sobre el aprovechamiento de los residuos biodegradables, incentivando la participación comunitaria y mejorando la relación entre los habitantes y el entorno natural. El conocimiento adquirido sobre la elaboración de abono orgánico puede ser replicado en hogares, instituciones educativas y actividades agrícolas del cantón.

Impacto Ambiental

El principal impacto ambiental del proyecto corresponde a la reducción de residuos orgánicos destinados a disposición final. Durante el estudio se logró aprovechar 731,10 kg de residuos orgánicos generados en 115 hogares del cantón Salcedo, evitando que estos materiales sean eliminados mediante métodos convencionales.

La transformación de residuos orgánicos mediante compostaje contribuye a disminuir la generación de malos olores, presencia de vectores y emisiones asociadas a la descomposición inadecuada de residuos. Además, la obtención de compost permite mejorar la calidad del suelo mediante la incorporación de materia, orgánica y nutrientes, reduciendo el uso de fertilizantes químicos.

Impacto Económico

El proyecto presenta un impacto económico favorable debido a que los residuos orgánicos considerados como desechos son transformados en un producto útil como el abono orgánico, reduciendo costos relacionados con la compra de fertilizantes para actividades agrícolas.

Asimismo, la producción de compost puede representar una alternativa para generar ingresos mediante la comercialización del abono obtenido o su utilización en huertos familiares y actividades productivas locales. La valorización de residuos permite aprovechar recursos disponibles dentro del cantón y fortalecer modelos de economía circular.

Tabla 20

Resumen de impactos generados por el proyecto

Tipo de impacto	Descripción	Beneficio generado
Social	Participación ciudadana y fortalecimiento de conocimientos sobre manejo de residuos orgánicos.	Mayor conciencia ambiental y adopción de prácticas sostenibles.
Ambiental	Aprovechamiento de 633,94 kg de residuos orgánicos mediante compostaje.	Reducción de residuos enviados a disposición final y mejora del suelo.
Económico	Transformación de residuos en un producto aprovechable.	Disminución de costos de fertilización y posible generación de ingresos.

Nota: *Breve resumen del impacto que generan los residuos sólidos urbanos*.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos se detalló la situación actual del cantón Salcedo, en el cual verificamos que, a pesar de existir una excelente viabilidad social (donde el 82,7 % de los ciudadanos reconoce el potencial de los desechos para producir abono y el 84,8 % está dispuesto a participar de forma comunitaria), todavía se evidencia una brecha de conocimiento, ya que el 52,1 % de la población desconoce el proceso técnico del compostaje. Esta situación inicial nos demostró la necesidad imperativa de implementar procesos de educación y sensibilización que guíen a los habitantes a clasificar correctamente los residuos orgánicos directamente desde la fuente, evitando que se mezclen con la fracción inorgánica en el flujo municipal.

- Se evidenció que la generación per cápita de residuos orgánicos domésticos en el cantón Salcedo alcanza los 0,19 kg/habitante/día, lo que representa una producción proyectada de aproximadamente 12,824 toneladas diarias a nivel cantonal. Asimismo, mediante el análisis de caracterización física, determinamos que existe una disponibilidad constante y rica en nutrientes de materia prima, la cual está compuesta principalmente por un 27,51 % de verduras, un 24,32 % de hortalizas y un 22,46 % de frutas. Estos porcentajes de generación nos confirmaron el alto potencial de aprovechamiento que poseen los hogares del cantón para la producción de enmiendas orgánicas.

- La propuesta de un sistema de gestión de residuos diseñado bajo los lineamientos normativos del Código Orgánico del Ambiente (COA) y el Acuerdo Ministerial 097-A, se presenta como la alternativa técnica viable para articular las fases de separación, almacenamiento protegido, recolección diferenciada y tratamiento biológico. Al evaluar este tratamiento biológico de compostaje aeróbico optimizado con bioestimulantes (melaza, leche y levadura), se logró obtener un abono maduro y estable en un lapso de 3 meses. Los análisis de laboratorio que ejecutamos corroboraron la excelente calidad agronómica del producto final (destacando el abono de alimentos con 1,95 % de nitrógeno, 0,83 % de fósforo y 3,54 % de potasio) y su total inocuidad, al registrar niveles de metales pesados sumamente bajos y dentro de los límites permisibles por la legislación vigente.

12.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades competentes del GAD Municipal de Salcedo coordinar e implementar programas de capacitación continua dirigidos a las familias del cantón, con la finalidad de instruirlos de manera práctica en la correcta separación en la fuente de la fracción orgánica de cocina. Esta acción es prioritaria debido a que constatamos que el 52,1 % de la población aún desconoce el proceso de compostaje, por lo que estas actividades de sensibilización comunitaria garantizarán un suministro constante y libre de contaminantes inorgánicos para los fines del proyecto.

- Las Autoridades deberían de seguir un tratamiento adecuado de los residuos orgánicos domésticos generados en Salcedo (estimados en 0,19 kg/habitante/día), aplicando el protocolo técnico de compostaje aeróbico con bioestimulantes evaluado en esta investigación, el cual demostró obtener un abono maduro y estable en un lapso de 2 meses y 2 semanas. Asimismo, sugerimos mantener controles periódicos de laboratorio para verificar la presencia de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y descartar la acumulación de metales pesados en el suelo receptor, asegurando un producto inocuo y de alta calidad agronómica bajo las directrices del Acuerdo Ministerial 097-A.

- El GAD Municipal del cantón Salcedo conjuntamente con la academia y líderes comunitarios, deberían implementar de manera articulada las fases del modelo de gestión propuesto —desde el almacenamiento temporal protegido y la recolección diferenciada, hasta el aprovechamiento biológico—. Esto permitirá estructurar formalmente una alternativa técnica y de educación ambiental que minimice la disposición final de desechos orgánicos en los vertederos locales, promoviendo el uso del abono obtenido para restaurar áreas verdes y suelos agrícolas del cantón, logrando consolidar así un beneficio socioambiental integral para la comunidad.

14. BIBLIOGRAFÍA

Acosta Quispe, E. A., & Marquinez Zapata, L. G. (2024). *Sistema de gestión integral de los residuos orgánicos generados en las plazas del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, periodo 2023-2024* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Actualización de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (2023, junio 20). Actualización de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Retrieved julio 18, 2026, from https://www.salcedo.gob.ec/wp-content/uploads/2025/01/ORDENANZA-QUE-DETERMINA-LA-ACTUALIZACION-DEL-PLAN-DE-DESARROLLO-Y-ORDENAMIENTO-TERRITORIAL-Y-EL-PLAN-DE-USO-Y-GESTION-DEL-SUELO-DEL-CANTON-SALCEDO.pdf

Alarcón Montero, P. A., Acosta Acevedo, S., Correal, M. C., Hernández López, C., & Piamonte, C. (2024, enero 24). *Diagnóstico sobre la disponibilidad de información y estadísticas de la gestión integral de residuos sólidos municipales y la economía circular en América Latina y el Caribe*. Diagnóstico sobre la disponibilidad de información y estadísticas de la gestión integral de residuos sólidos municipales y la economía circular en América Latina y el Caribe. Retrieved Julio 18, 2026, from https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Diagnostico-sobre-la-disponibilidad-de-informacion-y-estadisticas-de-la-gestion-integral-de-residuos-solidos-municipales-y-la-economia-circular-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf

Alvarez, M., & Guamán, C. (2019). *Dinámica comercial y ordenamiento territorial en los centros de abasto de la provincia de Cotopaxi*. Editorial Universitaria UTC.

Bravo Macay, J., & Loor Zambrano, R. (2021). Influencia del humus de lombriz en la calidad de los suelos agrícolas. *Didascalia: Didáctica y Educación*, 12(3), 390-405.

Castillo, R., & Morales, F. (2021). *Indicadores de generación de residuos sólidos urbanos y su impacto en la gestión municipal*. Revista de Ciencias Ambientales y Sostenibilidad, 12(2), 45-58.

Cedeño Saltos, K. A. (2021). *Comportamiento productivo, reproductivo y morfometría de la lombriz roja californiana en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

EL BLOG DE LA TABLA. (2025, 12 20). *La importancia de los abonos y fertilizantes orgánicos en la horticultura - EL BLOG DE LA TABLA*. - EL BLOG DE LA TABLA.

Retrieved July 13, 2026, from https://www.elblogdelatabla.com/la-importancia-de-los-abonos-y-fertilizantes-organicos-en-la-horticultura/

Fernández, I. G. F. V. V. (2020, 07 3). *¿Cuál es el mejor método de compostaje? composteras vs takakura vs Bocashi vs lombricompost vs pilas*. 360 Soluciones Verdes. Retrieved 07 09, 2026, from https://www.360-sv.com/blog/tipos-de-compostaje

GAD Municipal del Cantón Salcedo. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Salcedo (PDOT 2020-2030)*. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Salcedo, Cotopaxi, Ecuador.

Gadisa Retail. (2018, 08 20). *¿Por qué es importante reciclar los residuos orgánicos?* https://www.gadisaretail.es/blog/por-que-es-importante-reciclar-los-residuos-organicos/

GRECI. (2025, 09 5). *Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva – (GRECI) – Viceministerio del Ambiente*. Ministerio de Ambiente y Energía. Retrieved July 14, 2026, from https://www.ambienteyenergia.gob.ec/ambiente/proyecto-gestion-integral-de-residuos-solidos-y-economia-circular-inclusiva-greci/

Guanoquiza, J. P., & Peréz, S. A. (2025, 09 29). *Diseño de un sistema de gestión integral de residuos sólidos en la parroquia de Tanicuchí, Cotopaxi.* Diseño de un sistema de gestión integral de residuos sólidos en la parroquia de Tanicuchí, Cotopaxi. https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/14999

Incinerox. (2024, July 18). *Qué es un residuo y un desecho*. Incinerox. Retrieved July 16, 2026, from https://incinerox.com.ec/que-es-un-residuo-y-un-desecho/

INEC. (2022, Noviembre 7). *Censo de Población y Vivienda en Ecuador*. Instituto Nacional de Estadística y Censos: hoy. Retrieved July 18, 2026, from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2025, noviembre). *Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales 2024: Gestión de residuos sólidos*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios/2024/grs/PPT_Residuos_Solidos_GRS_2024VF.pdf

Jaramillo, M., & Zapata, A. (2017). Aprovechamiento de residuos orgánicos procedentes de plazas de mercado mediante procesos de compostaje. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 145-156.

Martínez, L., Gómez, A., & Ramírez, J. (2020). *Optimización de factores fisicoquímicos en el proceso de compostaje aeróbico*. Agrociencia y Suelos, 8(1), 112-125.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2021). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS): Diagnóstico de residuos comerciales en la región Sierra*. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MATE]. (2024, Diciembre 30). *ACUERDO Nro. MATE-MAATE-2024-0084-A SRA. MGS. INÉS MARÍA MANZANO DÍAZ MINISTRA DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA C*. Ministerio de Ambiente y Energía. Retrieved July 18, 2026, from https://www.ambienteyenergia.gob.ec/ambiente/wp-content/uploads/sites/2/downloads/2025/01/ACUERDO-Nro.-MAATE-MAATE-2024-0084-A.pdf

NORMA INEN 2266. (2021, January 3). Cámara de Industrias y Producción. Retrieved July 6, 2026, from https://www.cip.org.ec/attachments/article/112/INEN-2266.pdf

Pérez, R., & Viteri, F. (2022). Evaluación de la biomasa orgánica generada en ferias libres de la Sierra Centro del Ecuador. *Enfoque UTE*, 13(1), 33-48.

Pinargote, M., & Contreras, L. (2026, 02 12). *Vista de Evaluación preliminar de contaminación por metales pesados en suelos de un botadero a cielo abierto en Zona Rural de Manabí, Ecuador*. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. Retrieved July 17, 2026, from https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1742/2276

Plasencia, E. P., Chango, J. A. (2022, 08 22). *Gestión ambiental de desechos sólidos urbanos, a través del rediseño de circuitos de recolección, en el casco urbano del cantón salcedo, periodo 2021-2022*. Gestión ambiental de desechos sólidos urbanos, a través del rediseño de circuitos de recolección, en el casco urbano del cantón salcedo, periodo 2021-2022. https://repositorio.utc.edu.ec/items/30a2d34c-07c3-498b-a023-5c8c2642fdf6

PNUMA. (2024). *Global Waste Management Outlook 2024 | International Environmental Technology Centre*. UNEP. Retrieved July 18, 2026, from https://www.unep.org/ietc/resources/report/global-waste-management-outlook-2024?

Ramos, E., López, J., & Torres, D. (2020). Caracterización física de residuos biodegradables en mercados municipales. *Revista Iberoamericana de Ciencias Ambientales*, 11(4), 88-101.

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019, 06 12). Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. Retrieved 07 06, 2026, from https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/reglamento-al-codigo-organico-del-ambiente/

Repsol (Ed.). (2026, 04 01). Cómo gestionar de manera eficiente los desechos. *Repsol*. https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/residuos-organicos/index.cshtml

REPÚBLICA DEL ECUADOR ASAMBLEA NACIONAL. (2017, April 12). *Presidencia de la República*. Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Retrieved July 18, 2026, from https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Manejo de residuos sólidos de origen vegetal y animal para la producción de compostaje*. FAO. https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1618990/

Roman, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. FAO, Santiago de Chile.

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Manual de compostaje del agricultor. Retrieved July 18, 2026, from https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf?

S, O. P. (2022, 05 20). Residuos sólidos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. Retrieved May 13, 2026, from https://www.paho.org/es/temas/residuos-solidos

Sanclemente Reyes, Ó. E., García Arboleda, M., & Valencia Trujillo, F. L. (2011). *Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 2(2), 13-18.*

Segovia, J. L. (2023). *Diseño de un plan de manejo de residuos sólidos para el mercado cerrado El Salto del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*. Diseño de un plan de manejo de residuos sólidos para el mercado cerrado El Salto del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. https://repositorio.uti.edu.ec/items/641a87f1-0e3d-4fa5-bc02-e017ac6e111c?utm_source=chatgpt.com

Seipasa. (2016, February 17). *Los beneficios de los abonos completos son 100% orgánicos*. SEIPASA. Retrieved July 13, 2026, from https://seipasa.com/es/blog/abonos-organicos-completos-beneficios/

Silpa, K., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Levine, D. (2018, septiembre 20). *Open Knowledge Repository*. Open Knowledge Repository. Retrieved July 18, 2026, from

https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a

Soliz Carrión, D. (2018, 11 30). *Proyecto de Ley Orgánica de Reciclaje Inclusivo*. Proyecto de Ley Orgánica de Reciclaje Inclusivo. https://www.asambleanacional.gob.ec/es/blogs/doris-soliz/59020-asambleista-doris-soliz-presenta-proyecto-de

Soluciones Medioambientales Morga. (2021, 09 12). *Clasificación de los residuos orgánicos*. Clasificación de los residuos orgánicos. https://solucionesmedioambientalesmorga.com/blog/clasificacion-residuos-organicos/

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill.

Toral, M. S., Moreno, G. D., Clavijo, M. P., & Cajas, I. E. (2024, 06 12). *SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LOS MERCADOS DEL CANTÓN SAQUISILÍ, ECUADOR: UN ENFOQUE HACIA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL*. SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LOS MERCADOS DEL CANTÓN SAQUISILÍ, ECUADOR: UN ENFOQUE HACIA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL. https://share.google/gpIQZPDb4fCCWOGaf

Vargas, P., & Pérez, M. (2018). *Manejo de residuos orgánicos mediante compostaje y evaluación de sus variables operativas*. Editorial Académica Agronómica.

Zapata, B. (2025, 10 27). Unidad educativa en Cotopaxi reduce 90 % de residuos orgánicos: ‘En el bar se usa vajilla, no desechables’. *Unidad educativa en Cotopaxi reduce 90 % de residuos orgánicos: ‘En el bar se usa vajilla, no desechables’*. https://www.eluniverso.com/noticias/informes/unidad-educativa-en-cotopaxi-reduce-90-de-residuos-organicos-en-el-bar-se-usa-vajilla-no-desechables-nota/?utm_source=.

Banco Mundial. (2018). *What a Waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank. https://www.worldbank.org/en/publication/what-a-waste

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *On-farm composting methods*. FAO. https://www.fao.org/4/y5104e/y5104e05.htm

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1985). *NMX-AA-015-1985: Protección al ambiente—Contaminación del suelo—Residuos sólidos municipales—Muestreo—Método de cuarteo*. Diario Oficial de la Federación. https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-015-1985.pdf.