



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO MUNICIPAL DE
PALLATANGA COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR LA
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE LA
ELABORACIÓN DE COMPOST**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR: MARCO VINICIO CEPEDA CAGUANO

DIRECTOR: Ing. PAUL MARCELO TACLE HUMANANTE

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Marco Vinicio Cepeda Caguano

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Marco Vinicio Cepeda Caguano, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de mayo de 2023

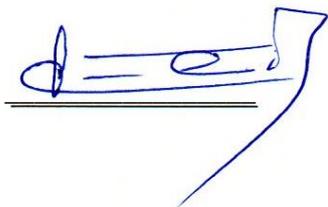


MARCO VINICIO CEPEDA CAGUANO

C.I.: 0605049378

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO MUNICIPAL DE PALLATANGA COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE COMPOST**, realizado por el señor: **MARCO VINICIO CEPEDA CAGUANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-30
Ing. Paul Marcelo Tacle Humanante DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-30
Ing. Dennis Renato Manzano Vela ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-30

DEDICATORIA

Este trabajo de integración curricular está dedicado a mis padres Arturo y Margarita quienes con su paciencia y esfuerzo me han brindado su apoyo incondicional para cumplir esta meta, gracias por inculcar en mí el ejemplo de valentía y esfuerzo para cumplir mis objetivos y jamás rendirme; a mi hermano por su apoyo incondicional, durante todo este proceso el cual ha sido muy importante en mi vida.

Marco

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, a mi familia que ha sido la fuerza y el apoyo incondicional que necesite para cumplir este objetivo. De igual manera, mis agradecimientos a los docentes, Ing. Paúl Tacle director de mi proyecto de integración curricular por su ayuda y apoyo total durante el proceso de elaboración del presente trabajo. Al Ing. Dennis Manzano Asesor del mismo, el cual ha ido inculcando sus enseñanzas dentro del campo laboral. A la Ing. Monserrat Zurita por su motivación y orientación durante mi proceso académico; gracias a los tres por el tiempo dedicado hacia mi persona. Finalmente, quiero expresar mi más grande agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrimme sus puertas, para ejercer mi nivel educativo y culminar mi trabajo de integración curricular.

Marco

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.	Objetivos.....	3
1.2.1.	<i>Objetivo general</i>	3
1.2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	4
1.3.	Justificación.....	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Residuos sólidos.....	5
2.2.	Manejo integral de los residuos sólidos.....	5
2.3.	Residuos sólidos orgánicos.....	6
2.4.	Clasificación de los residuos sólidos orgánicos.....	7
2.5.	Generación de residuos orgánicos.....	7
2.6.	Aprovechamiento de los residuos orgánicos.....	8
2.7.	Compostaje.....	9
2.8.	Proceso de compostaje.....	9
2.8.1.	<i>Fases del proceso de compostaje</i>	10
2.8.1.1.	<i>Fase Mesófila</i>	10
2.8.1.2.	<i>Fase Termófila o Higienización</i>	10
2.8.1.3.	<i>Fase de enfriamiento</i>	11
2.8.1.4.	<i>Fase de maduración</i>	11
2.9.	Importancia del compostaje.....	12
2.10.	Materia orgánica.....	13

2.11.	Indicadores del proceso de compostaje	13
2.11.1.	<i>Humedad</i>	13
2.11.2.	<i>Temperatura</i>	14
2.11.3.	<i>Oxígeno</i>	14
2.11.4.	<i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	14
2.11.5.	<i>Potencial de Hidrogeno (pH)</i>	15
2.11.6.	<i>Nitrógeno</i>	15
2.11.7.	<i>Carbono orgánico</i>	16
2.11.8.	<i>Relación Carbono/Nitrógeno</i>	16
2.11.9.	<i>Densidad aparente</i>	16
2.11.10.	<i>Granulometría</i>	17
2.11.11.	<i>Olor- Color</i>	18
2.11.12.	<i>Conductividad eléctrica</i>	18
2.12.	Tamaño de la pila de compostaje	18
2.13.	Compost	19
2.14.	Método Indore	19

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.	Área de estudio	21
3.1.1.	<i>Datos generales del cantón Pallatanga</i>	21
3.1.1.1.	<i>Ubicación</i>	21
3.1.1.2.	<i>Limites</i>	21
3.1.2.	Unidad de estudio	21
3.1.2.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	21
3.1.3.	Lugar experimental (Vivero Orgánico)	23
3.1.3.1.	<i>Ubicación Geográfica</i>	23
3.1.3.2.	<i>Características climáticas</i>	23
3.2.	Materiales y métodos	24
3.2.1.	Enfoque de investigación	24
3.2.2.	Nivel de Investigación	24
3.2.2.1.	<i>Investigación descriptiva</i>	24
3.2.2.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	25
3.2.3.	Tipo de estudio	25
3.2.4.	Población y planificación, selección y tamaño de la muestra	25

3.2.4.1.	<i>Población</i>	25
3.2.4.2.	<i>Muestra</i>	26
3.2.5.	<i>Recolección de datos</i>	26
3.2.5.1.	<i>Recolección de datos en campo</i>	26
3.3.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	27
3.3.1.	<i>Métodos (Objetivos)</i>	28
3.3.1.1.	<i>Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado municipal del cantón Pallatanga.</i>	28
3.3.1.2.	<i>Elaboración del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Pallatanga aplicando el método Indore.</i>	30
3.3.1.3.	<i>Análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del compost elaborado con los residuos sólidos orgánico del mercado municipal de Pallatanga.</i>	33
3.3.1.4.	<i>Establecer una propuesta de manejo integral para los Residuos Sólidos Orgánicos del mercado municipal del Cantón Pallatanga</i>	37

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
4.1.	Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal de Pallatanga	43
4.2.	Elaboración del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Pallatanga aplicando el método Indore.	45
4.3.	Análisis de los parámetros físico químico y biológico del compost elaborado con los residuos sólidos orgánico del mercado municipal de Pallatanga.	47
4.3.1.	<i>Resultado de los análisis Físico Químico del compost</i>	47
4.3.2.	<i>Resultado de los análisis microbiológicos del compost</i>	52
4.4.	Propuesta de manejo integral para los residuos sólidos orgánicos	52
4.4.1.	<i>Encuesta realizada a los comerciantes de mercado municipal del cantón Pallatanga</i>	53
4.4.2.	<i>Generación per cápita de los residuos sólidos orgánicos</i>	65

CAPÍTULO V

5.	MARCO PROPOSITIVO	67
5.1.	Tema	67
5.2.	Información general del proyecto y actividad	67

5.3.	Marco Legal.....	67
5.3.1.	<i>Constitución del Ecuador</i>	67
5.3.2.	<i>Ley orgánica de salud</i>	68
5.3.3.	<i>Reforma del libro VI del TULSMA mediante acuerdo ministerial 061</i>	68
5.3.4.	<i>NTE INEN 209 estandarización de colores para recipientes de depósitos y almacenamiento temporal de residuos solidos</i>	68
5.4.	Plan de manejo	68
5.4.1.	<i>Alcance</i>	69
5.5.	Objetivo.....	69
5.5.1.	<i>Objetivo general</i>	69
5.5.2.	<i>Objetivo específico.....</i>	69
5.6.	Responsabilidades	70
5.7.	Programas de manejo de residuos sólidos orgánicos.....	70
5.7.1.	<i>Programa de capacitación para la adecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos</i>	71
5.7.2.	<i>Programa de gestión de residuos sólidos orgánicos</i>	73
5.7.3.	<i>Programa de aprovechamiento y manejo de los residuos sólidos orgánicos</i>	76
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES.....	84
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Clasificación en los residuos sólidos.....	6
Tabla 2-2:	Clasificación en los residuos sólidos.....	7
Tabla 2-3:	Lista de proporción Carbono/Nitrógeno.....	16
Tabla 2-4:	Control tamaño de partícula.....	17
Tabla 3-1:	Actividad comercial del mercado municipal.....	23
Tabla 3-2:	Criterios de selección de muestra.....	26
Tabla 3-3:	Ficha de registro en campo.....	27
Tabla 3-4:	Equipos y Materiales.....	27
Tabla 3-5:	Formulario para la cuantificación de residuos sólidos orgánicos.....	30
Tabla 3-6:	Número de muestras elementales de fertilizantes.....	34
Tabla 3-7:	Lista de comerciantes.....	39
Tabla 3-8:	Registro de densidades de los residuos sólidos orgánicos.....	40
Tabla 3-9:	Formato del plan de manejo.....	40
Tabla 4-1:	Residuos sólidos orgánicos recolectados en el mercado municipal.....	43
Tabla 4-2:	Cuantificación de residuos sólidos orgánicos del mercado municipal.....	43
Tabla 4-3:	Cantidad de residuos sólidos orgánicos de origen animal y vegetal.....	45
Tabla 4-4:	Registro de las variables en el proceso de compostaje.....	45
Tabla 4-5:	Cantidad obtenida de compost.....	46
Tabla 4-6:	Muestra 1.....	47
Tabla 4-7:	Muestra 2.....	47
Tabla 4-8:	Muestra 3.....	48
Tabla 4-9:	Promedio de los parámetros físico químico del Compost.....	49
Tabla 4-10:	Análisis granulométrico, textura del compost.....	51
Tabla 4-11:	Color del compost.....	51
Tabla 4-12:	Muestra 1.....	52
Tabla 4-13:	Muestra 2.....	52
Tabla 4-14:	Muestra 3.....	52
Tabla 4-15:	Generación per cápita de los residuos sólidos orgánicos.....	66
Tabla 4-16:	Densidad de los residuos sólidos orgánicos.....	66
Tabla 5-1:	Información General.....	67
Tabla 5-2:	Clasificación específica.....	74
Tabla 5-3:	Cronograma para la recolección de residuos sólidos orgánicos.....	75
Tabla 5-4:	Resultado de análisis.....	79

Tabla 5-5: Materiales que aportan Carbono y Nitrógeno.....	79
Tabla 5-6: Plan de manejo de los residuos sólidos orgánicos.....	80
Tabla 5-7: Análisis costo en la elaboración del compost.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Etapas del compostaje.....	12
Ilustración 2-2:	Valoración de humedad mediante técnica del puño.....	14
Ilustración 2-3:	Potencial de hidrogeno.....	15
Ilustración 2-4:	Dimensiones de una pila de compostaje.....	19
Ilustración 3-1:	Mapa de la ubicación geográfica del mercado municipal.....	22
Ilustración 3-2:	Ubicación geográfica de la compostera orgánica.....	23
Ilustración 3-3:	Socialización con los comerciantes del mercado municipal.....	28
Ilustración 3-5:	Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos.....	29
Ilustración 3-6:	Aserrín (Material carbonado).....	30
Ilustración 3-7:	Pilas de compost en el proceso de compostaje.....	31
Ilustración 3-8:	Dimensión de las pilas de compostaje.....	31
Ilustración 3-9:	Elaboración de la pila de compostaje por capas.....	32
Ilustración 3-10:	Volteo de la materia orgánica por cada pila de compostaje.....	32
Ilustración 3-11:	Registro de temperatura por cada pila de compostaje.....	33
Ilustración 3-12:	Aplicación de la técnica del puño para verificar la humedad del compost...	33
Ilustración 3-13:	Peso del abono orgánico compost.....	34
Ilustración 3-14:	Selección de las muestras elementales.....	35
Ilustración 3-15:	Muestra en forma de cono.....	35
Ilustración 3-16:	División de la muestra en 4 partes.....	36
Ilustración 3-17:	Selección de la muestra.....	36
Ilustración 3-18:	Muestras almacenadas en fundas herméticas.....	36
Ilustración 3-19:	Etapas de planificación para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.	38
Ilustración 3-20:	Etapas de diseño para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.....	38
Ilustración 3-21:	Etapas de ejecución para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.....	41
Ilustración 4-1:	Porcentaje de los Residuos Sólidos Orgánicos recolectados.....	44
Ilustración 4-2:	Género.....	53
Ilustración 4-3:	Grado de educación.....	54
Ilustración 4-4:	Usted sabe o que entiende por reciclaje.....	55
Ilustración 4-5:	Qué tipo de residuo desecha con más frecuencia.....	55
Ilustración 4-6:	Usted separa los residuos que genera en el mercado.....	56
Ilustración 4-7:	Es importante separa los residuos sólidos.....	57
Ilustración 4-8:	Cuál es el peso aproximado de RSO que desecha en el contenedor.....	57
Ilustración 4-9:	La capacidad de los tachos recolectores es suficiente.....	58

Ilustración 4-10: Existe un problema con los residuos orgánicos en el mercado.	59
Ilustración 4-11: Existe suficientes tachos de recolección de RS en el mercado.	59
Ilustración 4-12: Conoce el código de color para los residuos sólidos orgánicos.	60
Ilustración 4-13: En el mercado existen horarios para la recolección de residuos sólidos.....	61
Ilustración 4-14: Tiene conocimiento de los beneficios de reciclar los RSO.....	62
Ilustración 4-15: Sabe dónde van los residuos orgánicos del mercado.	62
Ilustración 4-16: Ha realizado el compostaje con residuos sólidos orgánicos.	63
Ilustración 4-17: Consumiría "compost" generados a partir de los RSO del mercado.....	64
Ilustración 4-18: Participaría en el plan de gestión de RSO para el mercado.	65
Ilustración 5-1: Diagrama del programa de capacitación.....	71
Ilustración 5-2: Socialización a los comerciantes del mercado.	72
Ilustración 5-3: Diagrama de la Gestión de los Residuos Sólidos Orgánicos.	73
Ilustración 5-4: Equipos de protección.....	74
Ilustración 5-5: Recolector de residuos, Pallatanga.	75
Ilustración 5-6: Diagrama del aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos.....	76
Ilustración 5-7: Elaboración de compost con residuos de mercado.	77
Ilustración 5-8: Esquema cosecha de compost.....	80

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CAPACITACIÓN A LOS COMERCIANTES
- ANEXO B:** TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
- ANEXO C:** CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
- ANEXO D:** ELABORACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DEL PROCESO DEL COMPOSTAJE
- ANEXO E:** PESO DEL COMPOST Y LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE CUARTEO
- ANEXO F:** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL COMPOST EN LABORATORIO

RESUMEN

El mercado municipal de Pallatanga no ha tenido un plan de gestión para los residuos sólidos orgánicos, limitándose únicamente a barrer y recolectar los residuos, sin existir un sistema adecuado de clasificación, recolección, tratamiento y disposición final, por lo tanto el objetivo del presente trabajo técnico fue elaborar una propuesta de manejo integral de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal de Pallatanga como alternativa para mitigar la contaminación ambiental mediante la elaboración del compost. La metodología implementada para la recolección y la cuantificación de los residuos sólidos orgánicos fue el muestreo estratificado aplicado en 30 locales comerciales. Los residuos sólidos orgánicos se aprovecharon mediante la elaboración de compost, aplicando el método Indore. Para realizar el muestreo del compost, se aplicó la normativa NTE INEN 220:2013 y la técnica de cuarteo. En el laboratorio para evaluar los parámetros físico químico y microbiológico del compost, se empleó el manual del INIAP número 89. El plan de manejo se desarrolló mediante el levantamiento de información a través de una encuesta y registros de campo en donde se determinó los problemas de afectación. La cuantificación total de los residuos sólidos orgánicos fue de 6029.59 kg. Finalizado el proceso de compostaje se obtuvo 1117.38 kg de compost tamizado. En el análisis físico químico y microbiológico se determinó que cumple con la normativa NTE INEN 221: 1997 y los parámetros establecidos en el manual INIAP número 89. La propuesta se desarrolló en relación con los resultados obtenidos, en los cuales se priorizó el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante la elaboración de compost. En este contexto se concluye que el mercado no realiza un manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos, para lo cual se propuso la implementación de un plan manejo integral con estrategias que permitan mitigar la contaminación ambiental.

Palabras clave: <MÉTODO INDORE>, <ABONO ORGÁNICO>, <COMPOST>, <RESIDUO SÓLIDO>, <GESTIÓN AMBIENTAL>.



Castillo.



1212-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The Pallatanga municipal market has not had a management plan for organic solid waste, limiting itself only to sweeping and collecting waste, without an adequate system of classification, collection, treatment and final disposal, therefore the objective of this technical work was to elaborate a proposal for the integral management of organic solid waste from the Pallatanga municipal market as an alternative to mitigate environmental contamination through the preparation of compost. The methodology implemented for the collection and quantification of organic solid waste was stratified sampling applied in 30 commercial premises. The organic solid waste was used by making compost, applying the Indore method. To carry out the sampling of the compost, the NTE INEN 220:2013 regulation and the quartering technique were applied. In the laboratory to evaluate the physical, chemical and microbiological parameters of the compost, the INIAP manual number 89 was used. The management plan was developed by collecting information through a survey and field records where the problems of contamination were determined. The total quantification of organic solid waste was 6029.59 kg. After the composting process, 1117.38 kg of sieved compost was obtained. In the physical, chemical and microbiological analysis, it was determined that it complies with the NTE INEN 221: 1997 regulation and the parameters established in the INIAP manual number 89. The proposal was developed in relation to the results obtained, in which the use of the organic solid waste resources was prioritized by making compost. In this context, it is concluded that the market does not carry out an adequate management of organic solid waste, for which the implementation of a comprehensive management plan with strategies that allow mitigating environmental contamination was proposed.

Keywords: <INDORE METHOD>, <ORGANIC FERTILIZER>, <COMPOST>, <SOLID WASTE>, <ENVIRONMENTAL MANAGEMENT>.

Lic. Lorena Hernández A. Mcs

C.I.:180373788-9

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las principales preocupaciones de la sociedad moderna es la protección y conservación del medio ambiente para remediar el daño causado por los seres humanos y evitar su mayor deterioro, ya que afecta directa e indirectamente la salud y el bienestar de los seres vivos. La contaminación ambiental es un proceso cíclico que involucra a todos los ambientes: aire, agua y suelo, y los seres vivos son tanto emisores como receptores de contaminantes desde cualquier punto de vista (Domínguez, 2015, pp. 9-21).

Los residuos sólidos urbanos que actualmente se producen a nivel mundial son de 1.3 billones de toneladas por año, y se estima que este volumen aumente a 2,2 billones de toneladas para el año 2025. (Vásquez, 2018) Para hacer frente a este problema es necesario diseñar estrategias o manejos adecuados de los residuos sólidos, que permitan reducir el impacto ambiental y social en las generaciones futuras (Segura, Á. et al., 2020, p. 1).

Los residuos sólidos se producen con mayor abundancia, ocupan mayor tamaño y son difíciles de degradarse, de tal forma el consumismo es uno de los factores desencadenantes de este problema ya que el individuo constantemente adquiere productos, los cuales están envasados o envueltos en otro tipo de material; es decir, al adquirir un producto inmediatamente se genera un desecho (Ibarra, 2018, p. 24).

En los últimos años la población del Ecuador se ha incrementado notablemente, generándose una gran cantidad de residuos sólidos que van alrededor de los 4.9 millones de toneladas al año, donde el 58.47% de estos son de tipo orgánico y el 41.53% de tipo inorgánico (Ruiz, 2020, p. 7).

La eliminación de basura en el cantón Pallatanga no es eficiente y la población desecha los residuos en los lugares más cercanos o los quema a cielo abierto. Hasta el momento no existe un plan de manejo propio del cantón, para la recolección de residuos sólidos orgánicos del mercado.

Actualmente existe la mancomunidad Bucay-Pallatanga-Cumandá, sin embargo, en la práctica la Mancomunidad se encuentra en estado de disolución, por lo que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga (GADM-P) a través de convenio, realiza la disposición final de la basura en la Empresa Pública Municipal Mancomunada GACEMMA-EP, conformada por los cantones Guamote, Colta y Alausí (PDOT, 2021, p. 65).

En el presente estudio se desarrolló una propuesta para mitigar la contaminación ambiental, mediante el manejo de los residuos sólidos orgánicos, el cual implica la separación, de los residuos

orgánicos desde la fuente hasta la disposición final. A partir de la separación de los residuos sólidos en la fuente, con el conocimiento previo y mediante la aplicación del método INDORE se aplicó una alternativa para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal.

La alternativa que se aplicó para el manejo de los residuos sólidos orgánicos en el mercado de Pallatanga es la elaboración de compost ya que es un proceso natural eficiente, que permite mejorar la gestión de los residuos orgánicos, garantiza que los residuos orgánicos vinculen sus componentes en el ciclo de la cadena de producción primaria, además permite mejorar las condiciones físico químicas del suelo, aumenta la productividad de los cultivos y reduce gran parte de la contaminación ambiental, con la intención de aportar un valor agregado desde un enfoque ambiental y económico (Vargas, O. et al., 2019, p. 2).

En este trabajo se realizó la cuantificación de los residuos sólidos orgánicos ya que son los residuos que se generan en mayor cantidad. También se logró obtener compost con las propiedades físico químico y microbiológico, requeridas por algunas instituciones, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) que determinan la calidad de un producto orgánico.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los mercados municipales son una fuente generadora muy importante de residuos sólidos orgánicos, dadas las características de comercialización y la naturaleza de los residuos que se expenden en estos sitios, los cuales son transportados a su disposición final sin realizar una clasificación previa. Para mejorar estas condiciones, es necesario desarrollar programas que permitan reducir la cantidad de residuos sólidos orgánicos (Rondón, E. 2016, p. 15).

El cantón Pallatanga consta de un mercado municipal en donde la población realiza sus actividades económicas y se abastece de los productos de primera necesidad para sus hogares, siendo un sitio muy visitado por los pobladores; uno de los principales problemas que presenta el mercado municipal es el déficit de gestión en el manejo de los residuos sólidos orgánicos. En relación con el Plan de Manejo y Ordenamiento Territorial (PDOT), en el mercado municipal actualmente no existe un plan de manejo ambiental en el que se priorice la gestión de los residuos sólidos orgánicos (PDOT, 2021, p. 65).

Mediante la apreciación visual los comerciantes del mercado son los principales generadores de los residuos sólidos orgánicos, limitándose únicamente a barrer y recolectar los residuos, sin existir un sistema adecuado de clasificación, recolección, tratamiento y disposición final. Todo esto causado por el bajo interés, falta de cumplimiento y control por parte de las autoridades competentes.

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

- Elaborar una propuesta de manejo integral de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal de Pallatanga como alternativa para mitigar la contaminación ambiental mediante la elaboración del compost.

1.2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado municipal del cantón Pallatanga.
- Elaborar compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Pallatanga aplicando el método Indore.
- Analizar los parámetros físico químico y biológico del compost elaborado con los residuos sólidos orgánico del mercado municipal de Pallatanga.
- Establecer una propuesta de manejo integral para los Residuos Sólidos Orgánicos del mercado municipal del Cantón Pallatanga.

1.3. Justificación

El manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos municipales es una parte importante del sistema integral de gestión de residuos sólidos (Rondón, 2016, p. 15). En el mercado municipal de Pallatanga, ubicado en el centro de la ciudad, la falta de un plan específico para el manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos orgánicos está causando problemas de contaminación ambiental. La elaboración de un plan de gestión de residuos sólidos orgánicos y la cuantificación de los residuos generados permitirán comprender la magnitud del problema ambiental (SEMARNAT, 2010, p. 12).

De acuerdo con las políticas establecidas, el manejo de residuos sólidos es una responsabilidad exclusiva de los gobiernos municipales, según lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador y el COOTAD (ECOLEX, 2010, p. 80). El propósito de este trabajo es proponer una alternativa para el tratamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado, evitando la disposición final en vertederos a cielo abierto y su transporte fuera del cantón. El compostaje es una técnica que permite obtener un producto libre de patógenos, estable y con las propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para su uso como abono o mejorador de suelos agrícolas.

Este proyecto también busca promover la conciencia sobre el reciclaje y el aprovechamiento de los residuos generados en el mercado y fomentar el desarrollo de proyectos futuros para abordar los problemas relacionados con la gestión de residuos en los mercados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden ser definidos como cualquier material, sustancia, objeto o cosa que ha sido desechado y que no tiene valor económico para su propietario original, estos son un importante problema ambiental debido a su volumen y contenido de sustancias tóxicas, que pueden contaminar suelo, agua y aire (Buenrostro, et al., 2017, p. 6).

La gestión de residuos sólidos también puede incluir el reciclaje y la recuperación de materiales, lo que contribuye a la conservación de recursos naturales y la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. La gestión adecuada de los residuos sólidos es fundamental para minimizar su impacto ambiental, esto implica la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos, con el objetivo de reducir su volumen y minimizar su impacto en el medio ambiente (Rivas, et al., 2017, pp.7-8).

2.2. Manejo integral de los residuos sólidos

El manejo integral de los residuos sólidos es un enfoque que busca soluciones sostenibles y eficientes para la gestión de los residuos sólidos en su totalidad, desde su generación hasta su disposición final. A continuación, se presenta algunos conceptos:

El manejo integral de los residuos sólidos implica una visión holística de los residuos sólidos, que abarca desde la prevención de la generación de residuos hasta su gestión y disposición final (Aliaga, et al., 2017, p. 27).

El manejo integral de los residuos sólidos es un proceso que implica la implementación de políticas, estrategias y prácticas que permitan reducir la cantidad de residuos generados, recuperar y valorizar los materiales reciclables, y tratar de manera adecuada los residuos no reciclables (Vargas, et al, 2021, p. 117).

Los residuos sólidos pueden ser clasificados en base a distintos criterios.

Tabla 2-1: Clasificación en los residuos sólidos.

TIPO DE CLASIFICACIÓN	TIPO DE RESIDUOS
Según su origen	Domésticos, comerciales, institucionales, de construcción y demolición, de servicios municipales, industriales y agrícolas.
Según su grado de descomposición	Biodegradables: Pueden ser descompuestos por microorganismos y transformados en micronutrientes, como es el caso de los residuos orgánicos, papel y cartón. No biodegradables: Están formados por recursos no renovables que no pueden ser transformados en micronutrientes, como el plástico, las latas y el vidrio.
Según su uso y disposición final	Residuos reciclables: pueden ser transformados en materia prima para nuevos productos. Residuos orgánicos: Pueden ser transformados en abono orgánico por el proceso de compostaje o lombricultura como los residuos de alimentos, estiércol de animales, residuos de jardinería, residuos de mercado, etc. Desechos: no tienen vida útil debido a su deterioro o contaminación y deben ser depositados en un relleno sanitario, como es el caso de los pañales, toallas sanitarias, empaques sucios de alimentos y otros objetos similares.

Fuente: Vargas, et al., (2021).

2.3. Residuos Sólidos Orgánicos

Los residuos sólidos orgánicos se refieren a los desechos de origen animal o vegetal que contienen carbono y se degradan naturalmente mediante procesos biológicos como el compostaje. A continuación, se presentan algunas citas bibliográficas que definen y describen este concepto:

Los residuos sólidos orgánicos son aquellos desechos que se generan a partir de la actividad humana y que contienen materiales biodegradables, como restos de comida, papel, cartón, jardinería y poda (Qu et al., 2017, p. 681).

Los residuos orgánicos son aquellos que se generan a partir de la actividad humana y que contienen materia orgánica fácilmente degradables. Estos residuos pueden ser sometidos a

procesos de compostaje para convertirlos en fertilizantes naturales para la agricultura (Papadopoulos et al., 2018, p. 279).

Los residuos orgánicos son una fuente valiosa de nutrientes y energía que pueden ser recuperados y utilizados mediante procesos de reciclaje y compostaje. La gestión adecuada de estos residuos es esencial para reducir la contaminación ambiental y fomentar la economía circular (Almeida, 2020, p. 9)

Los residuos sólidos orgánicos son residuos biodegradables de origen animal o vegetal, como restos de comida, hojas, ramas y hierba. Este tipo de residuos se descomponen naturalmente con el tiempo y pueden ser utilizados como materia prima para la producción de compost (Díaz, L. et al., 2020, p. 11).

2.4. Clasificación de los residuos sólidos orgánicos

De acuerdo con Márquez et al (2019, pp. 14-15), los residuos sólidos orgánicos se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 2-2: Clasificación en los residuos sólidos.

Origen de los residuos sólidos orgánicos	Ejemplos
Residuos domésticos	Restos de comida, frutas, verduras, cáscaras de huevo, papel y cartón sucio, servilletas y papel de cocina, pañales de tela, etc.
Residuos comerciales	Restos de comida, envases de comida, papeles y cartones sucios, etc.
Residuos de jardinería y poda	Hojas, ramas, césped, flores, tierra, etc.
Residuos de la industria alimentaria	Restos de comida, cáscaras, huesos, etc.
Residuos de la agricultura	Paja, estiércol, residuos de cosecha, etc.

Fuente: Márquez et al. (2019).

2.5. Generación de residuos orgánicos

Muchas sociedades modernas están experimentando un crecimiento sin un control ambiental adecuado. El desarrollo desmesurado está forjando la producción de una gran cantidad de residuos, la mayoría de los cuales son orgánicos. Debido a la falta de un adecuado manejo, los

residuos orgánicos son un problema predominante en los mercados y generan problemas ambientales, como malos olores, la filtración de lixiviados, la emisión de gases de efecto invernadero y un aumento de roedores, los cuales pueden poner en peligro la salud pública al ser portadores de infecciones (Ruiz, 2020, p. 7).

2.6. Aprovechamiento de los residuos orgánicos

La utilización y valorización de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales (RSM) es un componente crucial de un Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos. La falla en el manejo y uso adecuado de los RSM es un problema desafiante que enfrentan no solo los municipios en Ecuador sino también en todo el mundo (MAAE, 2020, p. 12). Esto resalta la necesidad urgente de implementar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos integrado y sostenible que incorpore el manejo y disposición adecuados de los RSM, incluidos los residuos orgánicos. No abordar este problema puede generar impactos ambientales y de salud negativos, como la emisión de gases de efecto invernadero y la propagación de enfermedades a través de plagas atraídas por la eliminación inadecuada de desechos. La configuración de los RSM depende principalmente de los hábitos de consumo de la población, su situación socioeconómica, el tamaño de la población y otros factores relevantes (MAAE, 2020, p. 12).

El Ministerio de Agua y Ambiente de Ecuador afirma que el uso de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales (RSM) tiene múltiples beneficios económicos y ambientales. Al recuperar los nutrientes contenidos en esta fracción, se pueden producir abonos orgánicos, energía eléctrica, térmica, biocombustibles, pellets y otros productos valiosos. Además, este proceso ayuda a reducir los impactos ambientales y prolongar la vida útil de los sitios de disposición final (MAAE, 2020, p. 12).

El Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE, 2020, p. 13), menciona que los principales beneficios del aprovechamiento de la fracción orgánica de residuos sólidos municipales se podrían enmarcar en los siguientes:

- La recuperación de residuos orgánicos permite su uso como materia prima para la producción de abonos orgánicos y energía, fomentando la economía circular del país.
- Proporciona sustratos orgánicos para actividades agrícolas, reforestación y recuperación de suelos degradados en las municipalidades.
- Posibilita la creación de proyectos productivos que generan ingresos a través de la producción de abonos, alimentos orgánicos y energía.

- El aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales reduce el impacto ambiental en el aire, suelo y agua.
- Disminuye la generación de lixiviados y gases de efecto invernadero producidos por la descomposición incontrolada de los residuos orgánicos en los sitios de disposición final.
- Reduce los malos olores y la contaminación del agua que se derivan de la descomposición de los residuos en los rellenos sanitarios, lo que afecta principalmente a las personas que viven cerca de ellos.
- Previene la aparición y transmisión de enfermedades que surgen por el manejo inadecuado de los recursos orgánicos al reducir la proliferación de vectores como moscas y roedores.
- Disminuye la cantidad de residuos que se disponen en los rellenos sanitarios, aumentando su utilidad (MAAE, 2020, p. 14).

2.7. Compostaje

El compostaje es un proceso biológico que transforma la materia orgánica en un material estable, rico en nutrientes y libre de patógenos, el cual se utiliza como enmienda para el suelo en diferentes aplicaciones agrícolas, forestales y paisajísticas. Según Valdez et al. (2018), el compostaje es una técnica de reciclaje de residuos orgánicos que permite la producción de abono orgánico y la reducción de la cantidad de residuos destinados a rellenos sanitarios. Además, el compostaje se considera una tecnología sostenible y amigable con el medio ambiente, ya que reduce la emisión de gases de efecto invernadero y evita la contaminación del suelo y del agua (Sánchez et al., 2019).

El proceso de compostaje se lleva a cabo en condiciones controladas de humedad, temperatura y oxigenación, en el que los microorganismos descomponen los materiales orgánicos en dióxido de carbono, agua y una mezcla de compuestos orgánicos llamada compost (Valdez et al., 2018). Es decir, el compostaje es un proceso de transformación de residuos orgánicos en abono orgánico mediante la acción de microorganismos en condiciones controladas, lo que permite reducir la cantidad de residuos destinados a rellenos sanitarios y mejorar la fertilidad del suelo. Además, el compostaje se considera una técnica sostenible y amigable con el medio ambiente al reducir la emisión de gases de efecto invernadero y prevenir la contaminación del suelo y del agua.

2.8. Proceso de compostaje

El compostaje es una técnica simple y efectiva para reciclar la materia orgánica y producir abono orgánico. Sin embargo, para que este proceso se realice de manera óptima, es importante tener en

cuenta ciertas consideraciones como la infraestructura necesaria para evitar malos olores y mantener la estética del lugar (Luna, 2019, p.34).

Además, es fundamental controlar la temperatura y la humedad para garantizar una buena descomposición de los residuos y evitar la entrada de aguas pluviales que podrían afectar el proceso. Todo esto demuestra la importancia de planificar y preparar adecuadamente el lugar donde se realizará el compostaje para obtener un abono de calidad y contribuir al cuidado del medio ambiente (Luna, 2019, p. 34).

2.8.1. Fases del proceso de compostaje

Para Díaz et al. (2020, pp. 14-17) las fases del proceso de compostaje son los siguientes:

2.8.1.1. Fase Mesófila

Consiste en el periodo de aclimatación de los microorganismos al nuevo medio, donde se inicia la multiplicación y colonización de los residuos. En esta fase inicial, la temperatura del montón de compost aumenta gradualmente debido a la actividad de microorganismos mesófilos que comienzan a descomponer la materia orgánica. La temperatura suele oscilar entre los 20°C y 40°C y tiene una duración entre 2 y 8 días, los microorganismos empiezan a reproducirse, utilizando las fuentes de carbono y nitrógeno sencillas, aumentando la temperatura de la mezcla hasta alcanzar entre 50°C y 70°C. La descomposición de las moléculas orgánicas en ácidos orgánicos baja el pH de la mezcla hasta valores cercanos a 4 (Díaz, L. et al., 2020).

2.8.1.2. Fase termófila o higienización

Cuando la temperatura de la composta alcanza los 45°C, los microorganismos mesófilos son reemplazados por microorganismos termófilos, que son principalmente bacterias capaces de descomponer fuentes complejas de carbono como la celulosa y la lignina, así como degradar ceras y proteínas complejas. Durante esta fase, el material añadido a la pila se degrada rápidamente y se recomienda airear la mezcla con frecuencia para proporcionar oxígeno a los microorganismos y estimular su actividad. Esta fase, conocida como fase termófila o de higienización, dura desde varios días hasta varios meses y es crucial para eliminar microorganismos patógenos como Salmonella y Escherichia coli, así como esporas de hongos. Además, durante esta fase, el pH de la mezcla se vuelve alcalino, llegando a valores de 8 debido a la transformación del nitrógeno en amoníaco (Díaz, L. et al., 2020).

En resumen, la fase termófila es importante para la rápida degradación del material orgánico y para la eliminación de patógenos en la composta. Es importante mantener una buena aireación durante esta fase y monitorear la temperatura para asegurar que se mantenga alta y se logre una adecuada higienización. Además, es fundamental tener en cuenta el aumento del pH y controlar los niveles de amoníaco para evitar su liberación excesiva en el ambiente (Díaz, L. et al., 2020).

2.8.1.3. Fase de enfriamiento

Después de que la mayor parte de la materia orgánica se haya transformado, la temperatura comienza a disminuir. En este punto, es necesario decidir si se debe mezclar la composta para homogeneizarla y aumentar la temperatura nuevamente o permitir que la temperatura baje hasta los 40-45°C. Durante esta fase, los microorganismos mesófilos reaparecen y continúan degradando polímeros como la celulosa y la lignina. Al reanudarse la actividad microbiana, el pH de la mezcla disminuye ligeramente y pueden aparecer hongos visibles a simple vista. Finalmente, el pH se estabiliza y la demanda de oxígeno disminuye.

Esta fase de enfriamiento es importante porque permite la finalización de la descomposición de los materiales orgánicos y la estabilización del compost. Si se decide mezclar la composta para aumentar la temperatura nuevamente, se acelera la descomposición de la materia orgánica y se acelera el proceso de maduración del compost. Sin embargo, si se permite que la temperatura baje naturalmente, se permitirá que los microorganismos mesófilos completen la descomposición de los materiales más resistentes y se logrará un compost más completo y nutritivo para las plantas (Díaz, L. et al., 2020).

2.8.1.4. Fase de maduración

Después de la fase de enfriamiento, la última etapa del proceso de compostaje comienza, que es la fase de maduración. Esta fase es más larga que las otras fases y puede durar varios meses. En esta etapa, se lleva a cabo una fermentación lenta en la que se degrada la parte menos biodegradable de la materia orgánica. A medida que la mezcla se enfría hasta la temperatura ambiente, se producen nuevas reacciones químicas de condensación y polimerización de compuestos con carbono, lo que resulta en la formación de ácidos y la consolidación de nuevas moléculas.

Durante esta fase, el pH se estabiliza en un valor neutro de 7, lo que permite la aparición de nuevas poblaciones de microorganismos, así como ácaros e insectos que ayudarán a completar la transformación del compost. Es importante destacar que la fase de maduración es crucial para

obtener un compost de alta calidad, ya que es aquí donde se completa la degradación de los componentes más resistentes y se consolidan las nuevas moléculas que proporcionarán nutrientes a las plantas. Por lo tanto, es fundamental permitir que esta fase se complete antes de utilizar el compost en el jardín o huerto (Díaz, L. et al., 2020).

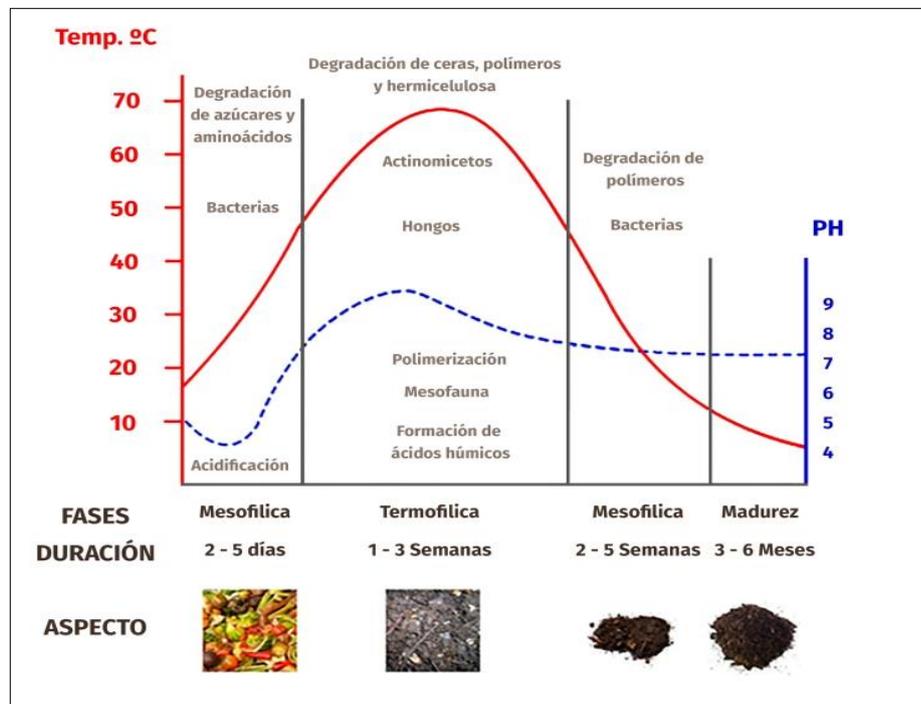


Ilustración 2-1: Etapas del compostaje.

Fuente: Díaz, L. et al. (2020).

2.9. Importancia del compostaje

El compostaje es una técnica muy valiosa para la valorización de los residuos orgánicos en la economía circular, ya que permite reducir el uso de vertederos y minimizar su impacto negativo en la salud y el medio ambiente. Además, esta técnica de gestión de residuos contribuye a preservar nuestros ecosistemas y promover un desarrollo sostenible. A través del proceso de compostaje, la materia orgánica se transforma en compost, que puede ser utilizado como abono en diversas aplicaciones. De esta manera, se elimina gran cantidad de contaminación y se evitan emisiones nocivas que se producirían en el transporte y procesamiento de los residuos en plantas de tratamiento, el compostaje es una herramienta eficaz para la gestión de residuos y la promoción de prácticas más sostenibles en nuestro planeta (Leanpio, 2019).

2.10. Materia Orgánica

La norma NTE INEN 209 (2016, pp. 1-9) define los materiales orgánicos como aquellos que provienen de fuentes vegetales (como malezas, desechos de hortalizas y desechos de cosecha) o de fuentes animales (como estiércol, cáscaras de huevos y huesos), los cuales pueden ser utilizados para producir abonos orgánicos.

La materia orgánica es un componente esencial en la naturaleza, ya que es la base para la sustentación de la vida en el planeta. Por ello, es importante entenderla con mayor detalle con el objetivo de conservarla y mejorarla a través de prácticas adecuadas de manejo. La presencia y actividad de organismos benéficos que contribuyen a crear un ambiente más saludable y equilibrado, el control de algunos patógenos, el incremento de la porosidad del suelo, la retención de agua, la formación de estructuras resistentes a la erosión, la capacidad de retener elementos esenciales y el ambiente favorable para el crecimiento de las raíces de las plantas, son algunos de los efectos de la materia orgánica en la naturaleza física, química y biológica de los suelos (Armony, 2020).

2.11. Indicadores del proceso de compostaje

Para Awasti, M., et al. (2018, pp. 16-22), el proceso de compostaje presenta los siguientes indicadores.

2.11.1. Humedad

La humedad es un factor crítico para el proceso de compostaje, ya que los microorganismos requieren agua para transportar nutrientes y energía a través de la membrana celular. El rango ideal de humedad para el compostaje se encuentra alrededor del 55%, aunque esto puede variar según el tamaño y estado físico de las partículas, así como el método utilizado para el compostaje. Si la humedad disminuye por debajo del 45%, la actividad microbiana disminuye y las fases de degradación no se completan adecuadamente, lo que resulta en un compost biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%), el agua puede saturar los poros y reducir la oxigenación del material.

Según la literatura, el rango óptimo de humedad para el compostaje oscila entre el 45% y el 60% del peso de la materia base (Sharma, A., et al., 2017). Para determinar el contenido de humedad, una técnica común es la del "puño": se toma una muestra de compost y se aprieta con la mano; si se observa que sale un poco de agua, entonces el contenido de humedad es adecuado. Por lo tanto,

es esencial controlar el nivel de humedad durante el proceso de compostaje para lograr un compost de calidad (Awasti, M. et al. , 2018).



Ilustración 2-2: Valoración de humedad mediante técnica del puño.

Fuente: Awasti, M. et al. (2018)

2.11.2. Temperatura

Durante las diferentes fases del proceso de compostaje, la temperatura experimenta una amplia variación. La fase inicial comienza a temperatura ambiente y puede aumentar hasta alcanzar valores de 65°C o 70°C sin necesidad de intervención humana, para luego disminuir progresivamente hasta llegar a la temperatura ambiente durante la fase de maduración. Es importante evitar una disminución rápida de la temperatura, ya que una temperatura elevada durante un período prolongado de tiempo ayuda a acelerar la descomposición y aumenta la higiene del producto final (Awasti, M. et al. , 2018).

2.11.3. Oxígeno

La oxigenación es crucial para evitar la compactación o encharcamiento del material. Durante la fase termofílica del compostaje, se necesita más oxígeno. El nivel óptimo de oxígeno en el medio es del 10%, mientras que no se debe bajar del 5%. Una sobre oxigenación puede reducir la temperatura y provocar la pérdida de humedad debido a la evaporación, lo que detendría la descomposición del material. Por otro lado, una baja oxigenación impide la evaporación adecuada del agua, lo que puede generar un exceso de humedad y crear un ambiente de anaerobiosis que produce malos olores y compuestos ácidos como ácido acético (CH_3COOH), ácido sulfhídrico (H_2S) o etano (CH_4) en exceso (Awasti, M. et al. , 2018).

2.11.4. Dióxido de Carbono (CO_2)

El proceso de compostaje libera CO_2 como resultado de la respiración de los microorganismos involucrados. Debido a que la actividad microbiana y la materia prima utilizada varían, también lo hace la cantidad de CO_2 liberada durante el proceso. Sin embargo, en general se considera que

la emisión de CO₂ durante el compostaje tiene un bajo impacto ambiental. Además, el compostaje reduce la cantidad de residuos orgánicos que se envían a los vertederos, lo que también ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, aunque el compostaje libera CO₂, es una práctica ambientalmente responsable que contribuye a la gestión sostenible de los residuos orgánicos (Awasti, M. et al. , 2018).

2.11.5. *Potencial de Hidrogeno (pH)*

El pH del compostaje está influenciado por la materia prima utilizada y varía a lo largo del proceso (entre 4.5 y 8.5). Durante las primeras fases del proceso, se produce una acidificación del pH debido a la formación de ácidos orgánicos. El pH es un factor crítico para la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos, ya que cada grupo microbiano tiene su rango de pH óptimo para crecer y multiplicarse. La actividad bacteriana es más elevada en un rango de pH de 6.0 a 7.5, mientras que la actividad fúngica es mayor en un rango de pH de 5.5 a 8.0. En general, el rango ideal de pH para el compostaje se sitúa entre 5.8 y 7.2 (Sharma, A., et al., 2017).

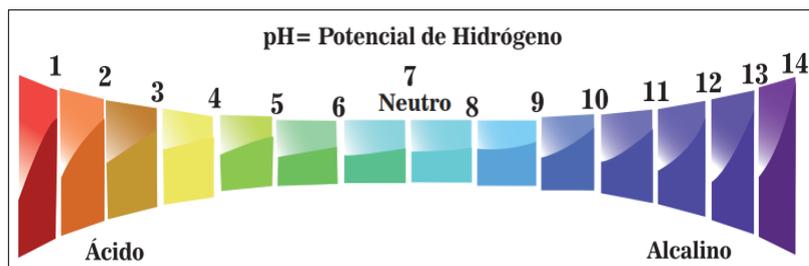


Ilustración 2-3: Potencial de hidrogeno.

Fuente: Sharma, A., et al. (2017).

2.11.6. *Nitrógeno*

El contenido de nitrógeno presente en el compost varía según la fuente de material, las condiciones del proceso y el tiempo de maduración. A lo largo del proceso de compostaje, la cantidad de nitrógeno disminuye debido a la volatilización del amoníaco, sin embargo, este elemento es capturado, transformado e incorporado por los microorganismos presentes. Por lo tanto, se producen pérdidas considerables de nitrógeno debido a la rapidez y la intensidad de los procesos bioquímicos en los primeros días de la fermentación. Para una fermentación aeróbica adecuada, se recomienda no perder más del 20% del contenido inicial de nitrógeno (Sharma, A., et al., 2017).

2.11.7. *Carbono orgánico*

Los microorganismos presentes en el proceso utilizan el carbono orgánico como fuente de energía para degradar la materia orgánica. En ocasiones, el proceso puede requerir una cantidad mayor de carbono que de nitrógeno, pero es importante considerar que un exceso de nitrógeno puede aumentar el tiempo de degradación una vez que las reservas de este elemento son consumidas y ciertos microorganismos mueren. (Sharma, A., et al., 2017).

2.11.8. *Relación Carbono/Nitrógeno*

La relación entre el contenido de carbono y nitrógeno del compost es un parámetro importante para evaluar el progreso y la calidad del compostaje. La relación C/N puede diferir dependiendo del material de partida y se obtiene al dividir el porcentaje de contenido de carbono total (% Ct) sobre el porcentaje de contenido de nitrógeno total (% Nt) de los materiales a compostar. La relación C/N también varía durante todo el proceso, disminuyendo continuamente de 35:1 a 15:1 (Román, P. et al., 2013, p. 47).

Tabla 2-3: Lista de proporción Carbono/Nitrógeno

Subproducto	Relación C/N
Restos de fruta	25 - 40
Resto de hortaliza	37
Aserrín	200 - 500
Rastrojo de leguminosa	29
Estiércol de cuy	13

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

2.11.9. *Densidad aparente*

La densidad aparente se refiere a la relación entre el peso y el volumen del material. El compost suele tener una densidad aparente de 400 a 700 kg/m³, la cual puede verse influenciada por factores como la humedad, la distribución de partículas, el contenido de materia orgánica y el grado de descomposición del compost. A medida que transcurre el proceso de compostaje, la densidad aparente aumenta debido a la mayor descomposición y reducción del tamaño de las partículas (Bárbaro, L., et al., 2019, p. 7).

2.11.10. Granulometría

La granulometría es la medida y distribución de tamaños de partículas en un material. Según la norma ISO 14688-1 (2002), la granulometría es "la medida de las dimensiones de las partículas de un suelo y de la distribución de las mismas según su tamaño" (ISO14688-1, 2002). La granulometría es una propiedad importante en la caracterización de materiales, ya que puede influir en la porosidad, permeabilidad, densidad, capacidad de retención de agua y otros atributos del material.

La granulometría es la distribución de los tamaños de partículas presentes en los materiales utilizados como sustrato. La evaluación de la granulometría es importante en la elaboración del compost porque influye en la permeabilidad, aireación, retención de agua, compactación y tiempo de descomposición del material, la granulometría óptima para la elaboración de compost varía según el tipo de material utilizado. La presencia de partículas demasiado grandes puede reducir la permeabilidad y la aireación, mientras que la presencia de partículas demasiado pequeñas puede producir compactación y reducir la permeabilidad (García R., et al., 2018, p. 33).

La Junta de Andalucía (2006, p. 5), menciona que: En los compost elaborados a partir de residuos urbanos, la granulometría adecuada implica que el 90% de las partículas tengan una medida igual o inferior a 25 mm. Además, se debe limitar la presencia de materiales inertes de tamaño superior a 2 mm, como metales, vidrios y plásticos, a un máximo del 3%, y las piedras de tamaño mayor a 5 mm no deberán superar el 5% del total de materiales inertes presentes en el compost.

Tabla 2-4: Control tamaño de partícula.

Tamaño de las partículas (cm)	Problema		Soluciones
>30 cm	Exceso de aireación	Los materiales de gran tamaño crean canales de aireación que hacen bajar la temperatura y desaceleran el proceso.	Picar el material hasta conseguir un tamaño medio de 10-20 cm
5 – 30 cm Rango ideal			
>4 cm	Compactación	Las partículas demasiado finas crean poros pequeños que se llenan de agua, facilitando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciéndose anaerobiosis.	Volear y/o añadir material de tamaño mayor y volteos para homogenizar

Fuente: Junta de Andalucía (2006).

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

2.11.11. Olor- Color

Los residuos urbanos, como el RSO, contienen ácidos orgánicos de bajo peso molecular, especialmente ácido acético y en menor medida, ácido propiónico, butírico, valérico y caproico, que son responsables del olor característico. Durante la fase termófila del compostaje, se producen reacciones químicas a altas temperaturas que generan piridina y piracina, y aunque estos compuestos desagradables se emiten principalmente al comienzo del proceso, desaparecen con la madurez del producto. El compost maduro no debe contener estos olores ni detectarse cantidades significativas de ácidos orgánicos, sino que debe tener un aroma similar al de la tierra húmeda, causado por la excreción de geosmina y 2-metilisoborneol por actinomicetos mesófilos durante la fase de maduración (Sánchez et al., 2018).

Para Mazzarino, María; et al (2012) El aroma del compost maduro se asemeja al de hojarasca de bosque o tierra húmeda, y el color cambia a un tono marrón oscuro o negro. Sin embargo, estos indicadores no son suficientes y se requiere de otros parámetros más precisos para evaluar la madurez del compost.

2.11.12. Conductividad eléctrica

Es un factor crítico en el compostaje, ya que puede indicar la presencia de altas concentraciones de sales que pueden ser perjudiciales para la germinación de semillas. En particular, algunas materias primas utilizadas en el compost, como los residuos urbanos, pueden generar valores elevados de conductividad eléctrica. Es importante monitorear la conductividad eléctrica en los abonos para evitar una posible salinización del suelo o problemas de toxicidad en las plantas debido a la aplicación excesiva de sales (Rivas, Magalys; & Silva, Ramón, 2019, pp. 7-8).

2.12. Tamaño de la pila de compostaje

Se establece el tamaño de una pila de compost en función de la cantidad de material a compostar y el área disponible para llevar a cabo el proceso. Por lo general, las pilas tienen una altura de entre 1,5 y 2 metros para facilitar su volteo y un ancho que oscila entre 1,5 y 3 metros. La longitud se ajustará según el espacio disponible y el manejo. Al determinar las dimensiones de la pila de compostaje, se debe tener en cuenta que, durante el proceso, la pila puede disminuir su tamaño hasta en un 50%, debido a la compactación y la pérdida de carbono en forma de CO₂ (Román, P. et al., 2013, p. 42).

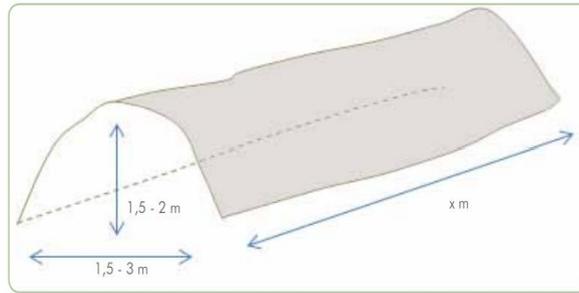


Ilustración 2-4: Dimensiones de una pila de compostaje.

Fuente: Román, P. et al. (2013).

2.13. Compost

El compost es el producto final obtenido a través del proceso de compostaje, el cual es definido como la degradación biológica controlada y aeróbica de la materia orgánica presente en residuos, mediante la actividad de microorganismos, principalmente bacterias y hongos, en presencia de oxígeno y condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Durante el proceso de compostaje, los microorganismos transforman la materia orgánica en un material estable, rico en nutrientes, con propiedades mejoradas para su uso como abono y mejorador de suelos (Kumar, et al. 2019, pp.23).

Según Gupta et al. (2020), el compost es un producto final del proceso de compostaje, caracterizado por su textura, color, olor y contenido nutricional, el cual puede ser utilizado como fertilizante en la agricultura, jardinería y restauración de suelos. Además, señalan que el compost es un producto bio estabilizador, que contiene una mezcla de nutrientes, materia orgánica y microorganismos beneficiosos para el suelo y las plantas. Los autores destacan que el compost puede mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la retención de humedad y mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos.

2.14. Método Indore

El método Indore de compostaje, creado por Albert Howard en el Instituto para la Vida de las Plantas de Indore (Indias Centrales) en la década de 1920, es una técnica que busca valorizar residuos vegetales como reemplazo de fertilizantes químicos para aumentar la productividad del suelo sin efectos negativos. Se basa en el método CBD o compostaje en montón, ideal para manejar grandes volúmenes de materia orgánica y obtener un compost joven de calidad agrícola en un plazo de tres meses. Este método implica el control de parámetros como temperatura, humedad y relación carbono/nitrógeno, y se recomienda por su eficacia y sencillez, siendo adecuado para aquellos que no disponen de maquinaria especializada. El uso del Sistema de

Compostaje CBD se considera el mejor método para elaborar compost en condiciones ambientales óptimas y con solo tres jornadas de trabajo (Kumar, et al., 2019).

El método Indore de compostaje es una opción recomendada para valorizar residuos vegetales y obtener compost de calidad agrícola sin efectos negativos en el suelo. Según Bernal et al. (2019), el método Indore de compostaje permite obtener un compost de alta calidad y estabilizado en un plazo de tres meses. Además, este método permite mejorar la fertilidad del suelo y reducir la necesidad de utilizar fertilizantes químicos, lo que a su vez disminuye el impacto.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Área de estudio

3.1.1. *Datos generales del cantón Pallatanga*

El presente trabajo de integración curricular se desarrolló en el cantón Pallatanga, misma que se conforma por su cabecera cantonal Pallatanga, con una población de 11544 habitantes según el Censo Nacional de Población y Vivienda (INEC, 2014).

3.1.1.1. *Ubicación*

Pallatanga, es uno de los diez cantones con los que cuenta actualmente la Provincia de Chimborazo, se halla ubicado al centro oeste de la misma. Astronómicamente se encuentra desde los 78°45' hasta los 79° de Longitud Oeste y de 1°50' a 2°07' de Latitud Sur. La extensión aproximada del Cantón Pallatanga es de 377 kilómetros cuadrados y se registra a 1520 metros sobre el nivel del mar (GADP, 2017).

3.1.1.2. *Limites*

Norte: Cantón Colta.

Sur: Cantón Alausí.

Este: Cantón Guamote.

Oeste: Río Chimbo que lo separa del Cantón Chillanes de la Provincia de Bolívar.

3.1.2. *Unidad de estudio*

3.1.2.1. *Ubicación geográfica*

El lugar donde se realizó el presente estudio técnico es en el Mercado Municipal del Cantón, por ser una de las fuentes de mayor generación de residuos sólidos orgánicos, ubicado en:

País: Ecuador.
Provincia: Chimborazo.
Cantón: Pallatanga.
Dirección: Barrio El progreso.

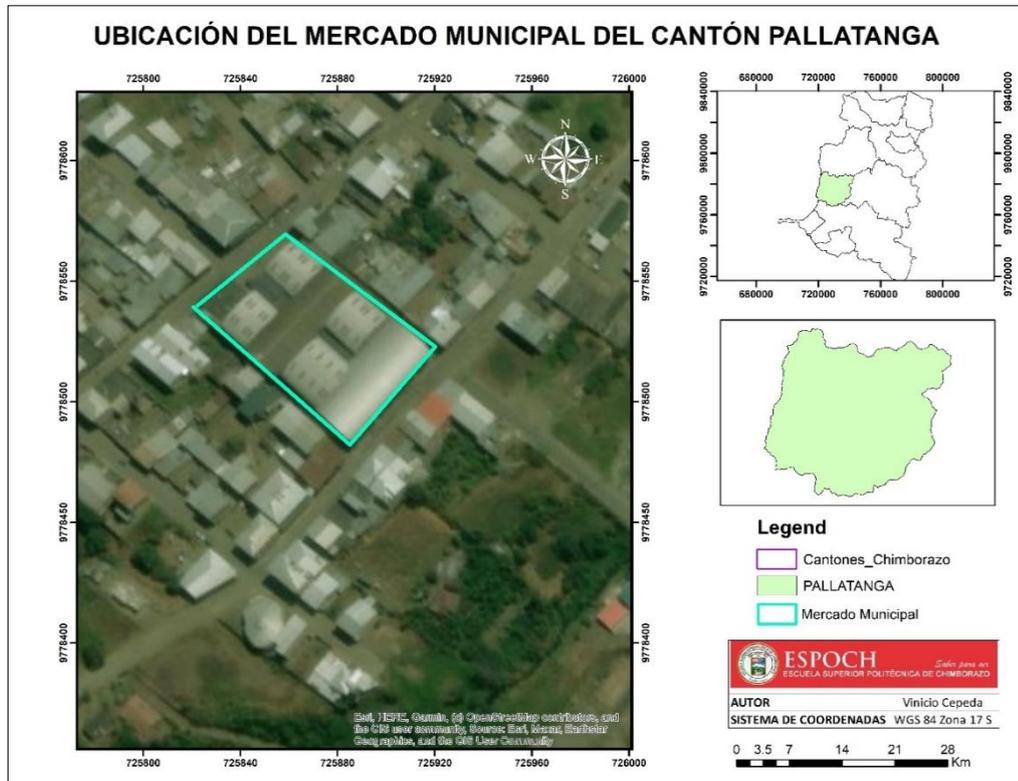


Ilustración 3-1: Mapa de la ubicación geográfica del mercado municipal.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

El mercado del Cantón Pallatanga ha venido laborando durante 8 años con una población total de 69 vendedores, de los cuales actualmente 30 personas pertenecen a la población de vendedores de legumbres y frutas en la planta dos, secciones A - B y nave exterior del mercado.

En la tabla 3-1 se muestra la actividad comercial que se desarrolla en el mercado. Se muestra los diferentes tipos de locales y el número de locales comerciales en el mercado que están en funcionamiento actualmente.

Tabla 3-1: Actividad comercial del mercado municipal.

Tipos de Locales	Número de locales en función	Porcentaje (%)
Frutas y Legumbres	30	43.48%
Cárnicos	5	7.25%
Pescados	4	5.79%
Comidas	9	13.04%
Ventas varias (ropas, zapatos, etc.)	16	23.19%
Tiendas de Víveres	5	7.25%
Total	69	100%

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3.1.3. Lugar experimental (Vivero Orgánico)

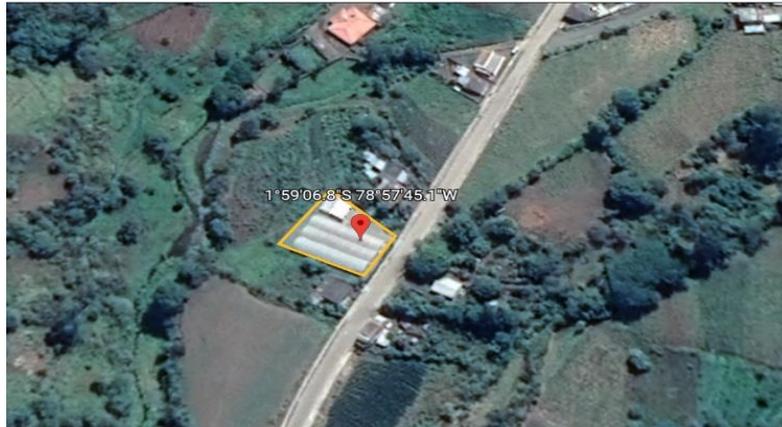


Ilustración 3-2: Ubicación geográfica de la compostera orgánica.

Fuente: Google earth

3.1.3.1. Ubicación Geográfica

Altitud: 1620 msnm.
Latitud: 1°59'06.8" S.
Longitud: 78°57'45.1" N.

3.1.3.2. Características climáticas

Temperaturas: Máxima 22°C.
Mínima: 13.5°C.

Precipitación media anual: 1626 mm.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Enfoque de investigación

El proceso de investigación mixto implica una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos (Otero, 2018, p. 19).

Desde este contexto el enfoque de investigación que se utilizó es cualitativa y cuantitativa, cualitativa porque se buscó comprender de manera subjetiva el color y textura mediante apreciación sensorial, y afirmar su estado físico, sin medir o cuantificar los resultados y cuantitativa porque durante el proceso de cuantificación, elaboración, evaluación y rendimiento se obtuvieron datos cuantificables que permitió evaluar los parámetros físico-químico y biológico para verificar los resultados obtenidos al final de la investigación.

3.2.2. Nivel de Investigación

3.2.2.1. Investigación descriptiva

Este tipo de investigación se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio (Esteban Nieto, 2018, p.2).

Por su naturaleza la investigación es descriptiva porque permite describir la cuantificación de los residuos sólidos orgánicos recolectados en un tiempo determinado, también se pudo analizar el estado, los factores y las fases del proceso de elaboración del compost.

Por el tipo es aplicativa porque propone una solución inmediata para la disposición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado, para ser aprovechados mediante la elaboración de un abono orgánico (compost), y minimizar la contaminación ambiental por la mala disposición final.

Por su temporalidad es longitudinal porque se van a medir y recolectar los diferentes valores a través de un determinado tiempo, para ser analizados y verificar la evolución del proceso de compostaje.

3.2.2.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo

Según las intervenciones en el trabajo de campo se ha empleado un diseño transversal. Los diseños de investigación transversales recopilan datos al mismo tiempo. Su propósito es describir las variables en un período de tiempo determinado y analizar sus efectos e interrelaciones (Hernández, et al., 2014, p. 154).

3.2.3. Tipo de estudio

El trabajo de integración curricular corresponde al siguiente tipo de estudio:

Campo: En base a las fuentes de información técnicas, en el presente estudio se empleó una investigación de campo. La investigación de campo es aquella en la que el investigador obtiene datos de fuentes directas en un contexto natural. Los estudios de campo tienen la ventaja de permitir al investigador obtener información directamente del contexto natural sin la intervención de factores artificiales que puedan modificar los resultados (Hurtado, 2010, p. 702).

En el estudio de campo se realizó la recolección de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal del cantón Pallatanga, la elaboración del compost y recolección de datos, el cual permitió realizar el análisis físico, químico y biológico del abono orgánico.

Documental: Dado a que es una técnica de investigación cualitativa, permite analizar la información documentada obtenidas del PDOT Pallatanga, fuentes documentales referente a la temática de estudio a través de libros, revistas científicas, tesis, etc.

3.2.4. Población y planificación, selección y tamaño de la muestra

3.2.4.1. Población

La población que se consideró en el proyecto técnico es la cantidad total de los residuos sólidos orgánicos que se producen en la planta dos, secciones A - B y nave exterior del mercado municipal, durante los meses de octubre y noviembre.

En la tabla 3-2 se establecen los criterios de selección que se consideró para la recolección de muestras con los residuos de mercado.

Tabla 3-2: Criterios de selección de muestra.

Residuo solido	Residuo Solidos Orgánico
Son aquellos residuos que se producen específicamente dentro de los espacios urbanos y zonas de influencia (mercados), los residuos sólidos que se producen son de origen orgánico (frutas y verduras en descomposición) e inorgánicos (plástico, vidrio, metal, etc.)	Son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3.2.4.2. *Muestra*

Para la cuantificación de los residuos sólidos orgánicos del mercado se trabajó los fines de semana (sábado y domingo) durante dos meses. La pila de compostaje se formó con los residuos sólidos orgánicos de mercado, Hortalizas, verduras y frutas.

Para la obtención de las muestras se siguió la norma NTE INEN 220:2013 y se realizó el muestreo estratificado, de tal manera que se seleccionó las muestras, se homogenizo y se aplicó la técnica de cuarteo (triplicado). Posteriormente los cuadrantes seleccionados se guardaron en fundas herméticas para el análisis.

3.2.5. *Recolección de datos*

3.2.5.1. *Recolección de datos en campo*

En la tabla 3-3 se muestra una ficha de observación para la recolección de los datos en campo, considerando la información en el mercado, la recolección de los residuos sólidos orgánicos y el registro de variables en el proceso de compostaje.

Tabla 3-3: Ficha de registro en campo.

FICHA DE OBSERVACIÓN EN CAMPO				
Mercado Municipal				
Locales Comerciales	Sección A	Sección B	Nave exterior	Total
Número de locales comerciales				
Número de locales ocupados				
Recolección de residuos sólidos orgánicos				
Número de semanas Recolectadas	Materia Prima Orgánica	Origen	Peso de materia orgánica	
Registro de variables en el proceso de compostaje				
Número de pila	Relación C/N	Número de volteos	Temperatura	
			Máx.	Mín.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Para la recolección, cuantificación de los residuos sólidos orgánicos y elaboración de compost se utilizaron los materiales, equipos e insumos descritos en la tabla 3-4 siguiendo el procedimiento metodológico antes mencionado.

Tabla 3-4: Equipos y Materiales.

MATERIALES	EQUIPOS	INSUMOS
Pala	Celular (Cámara fotográfica)	Abono cuy
Sacos	Balanza	Residuos sólidos orgánicos de mercado (Verduras, hortalizas y frutas)
Regadera	Computador	
Libreta	Termómetro	
Lápiz	-	
Fundas ziploc	-	Aserrín
Flexómetro	-	Agua
Horca	-	Rastrojo de leguminosa (Paja de frejol seco)
Compas	-	
Cartulina	-	-
Tamiz	-	-

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3.3.1. Métodos (Objetivos)

3.3.1.1. Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado municipal del cantón Pallatanga.

El estudio se desarrolló a partir de la recolección y cuantificación de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Pallatanga en los dos días de mayor actividad comercial, durante dos meses. Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades aplicando el método de muestreo en los 30 locales comerciales.

1. Socialización con los comerciantes, sección A – B y nave exterior del mercado.

La socialización permitió construir un esquema de confianza sobre sus expectativas de relación y colaboración para realizar el estudio de campo, la misma, se realizó con los comerciantes que trabajan dentro del mercado municipal, tratándose temas relacionados al manejo de los residuos sólidos orgánicos, su importancia, tratamiento, separación en la fuente y reciclaje.



Ilustración 3-3: Socialización con los comerciantes del mercado.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

2. Recolección de los residuos sólidos orgánicos.

La recolección de los residuos sólidos orgánicos en el mercado se realizó de la planta dos, sección A – B y nave exterior del mercado, donde se encuentran ubicados los comerciantes que venden hortalizas, verduras y frutas. A cada comerciante se le entregó una lona para la recolección de los residuos sólidos orgánicos, libre de plástico, vidrio y cartón, cada día las lonas con residuos

sólidos orgánicos fueron retiradas del lugar y transportadas al vivero donde se realizó la cuantificación.



Ilustración 3-4: Recolección de los residuos sólidos orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3. Cuantificación

La cuantificación de los residuos sólidos orgánicos recolectados se realizó cada semana, durante dos meses. Para la cuantificación se utilizó una balanza electrónica digital marca CAS, modelo X2-SS-, en la cual se pesó la cantidad de residuo sólido orgánico en kilogramos.



Ilustración 3-4: Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Tabla 3-5: Formulario para la cuantificación de residuos sólidos orgánicos.

CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS						
Días que los desechos se acumularon:					Fecha inicio:	
Realizado por:					Fecha final:	
Número de Semanas	Residuo Orgánico	Masa (Kg)	Porcentaje (%)	Porcentaje Total (%)	Masa Total (Kg)	Observaciones

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3.3.1.2. *Elaboración del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Pallatanga aplicando el método Indore.*

Posterior a la recolección de los residuos sólidos orgánicos en el mercado municipal de Pallatanga, se realizó el compost aplicando el método Indore de la siguiente manera:

1. Método de compostaje utilizado

Método Indore: Es un sistema que está basado en realizar el compostaje en montón, y es ideal para gestionar grandes volúmenes de materia orgánica y obtener un compost joven de calidad agrícola en un plazo de tres meses (Inversa, 2011). Se aplicó el método por que se adapta a las condiciones ambientales del cantón Pallatanga. Se recolectó material carbonado (rastros de leguminosa y aserrín) para compensar con la relación carbono nitrógeno C/N, como indica el método Indore en la literatura. Se recolectó 409.06 Kg de rastros de leguminosas, 56.80 Kg de aserrín y finalmente se utilizó 254.99 Kg de estiércol de cuy.



Ilustración 3-5: Aserrín (Material carbonado).

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

El compostaje se realizó en un vivero con las siguientes características: piso cementado con diámetro de 10 m² * 10 m², la cubierta es construida de estructura metálica y plástico, a los lados está cubierta con malla plástica y por último la instalación de agua para humedecer las pilas de compost.

Se realizó una estimación inicial de la relación Carbono y Nitrógeno C/N a nivel bibliográfico según el tipo de material vegetal que compone la pila de compostaje con el fin de cumplir una de las variables de control. Los componentes estructurantes se mezclaron de modo que la relación C/N se estableció con un valor de 25 a 30 el cual está dentro del rango establecido por la (FAO, 2013, p. 29) que establece una relación de C/N de 15:1 a 35:1 como rango ideal para realizar compostaje.

Se implementó al interior del vivero ocho pilas de compost, en un espacio con las siguientes dimensiones: (1.5 m de ancho * 2.5 m de largo * 1.5 m de altura), considerando un sistema abierto y de fermentación aerobia como establece el método Indore, cada una con el fin que dispusieran de una buena aireación. La aireación se aseguró colocando una caña o manguera en la parte central de cada pila para la ventilación de la misma, y posteriormente para cada pila de compostaje se picó el material vegetal de mayor diámetro.



Ilustración 3-6: Pilas de compost en el proceso de compostaje.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.



Ilustración 3-7: Dimensión de las pilas de compostaje.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Cada pila de compost se diseñó mediante capas, la primera capa es de materia seca (rastros de leguminosa o aserrín), luego se aplicó una capa de los residuos sólidos orgánicos recolectados del mercado (verduras y frutas), posteriormente se añadió una capa de estiércol de cuy, luego se agregó agua para humedecer la pila y finalmente se cubrió con paja seca de frejol a manera de techo para permitir regular la luz que incide en los cultivos, se repite el mismo proceso hasta terminar con la elaboración de cada pila.



Ilustración 3-8: Elaboración de la pila de compostaje por capas.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Durante los tres meses, en el proceso de compostaje se realizó volteos permanentes cada 7 días con la finalidad de ventilar y mezclar la materia orgánica, también se tomó cada semana las temperaturas en las pilas de compost, para llevar un registro de las diferentes fases del proceso de compostaje y finalmente se verificó la humedad aplicando la técnica tradicional del puño.



Ilustración 3-9: Volteo de la materia orgánica por cada pila de compostaje.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.



Ilustración 3-10: Registro de temperatura por cada pila de compostaje.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.



Ilustración 3-11: Aplicación de la técnica del puño para verificar la humedad del compost.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

3.3.1.3. Análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del compost elaborado con los residuos sólidos orgánico del mercado municipal de Pallatanga

El análisis de los componentes físicos, químicos y microbiológicos del compost se realizó, considerando la referencia de la tabla de números de muestras elementales de fertilizantes, estipulado en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 220: 2013, también se utilizó la técnica de reducción por cuarteo de muestra global de sólidos de manera manual. En base a la técnica de reducción se obtuvieron 3 muestras cada una con un peso de 1kg, las mismas que fueron enviadas al laboratorio “Total Chem” para su respectivo análisis.

Concluido el proceso de compostaje se tamizo y se obtuvo el abono orgánico compost, se recogió en sacos y se pesó en kilogramos, para determinar la cantidad total del mismo.



Ilustración 3-12: Peso del abono orgánico compost.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Luego de obtener el peso total, se extrajeron las muestras elementales completamente al azar, se homogenizó la muestra y posteriormente se determinó el tamaño del lote para conocer cuántas muestras se deben extraer.

En la tabla 3-6, nos indica los valores que se deben considerar para tomar las muestras elementales extraídas completamente al azar.

Tabla 3-6: Número de muestras elementales de fertilizantes.

Tamaño del lote (Kg)		Número mínimo de muestras elementales
Hasta	15	3
16	25	4
26	50	5
51	90	7
91	150	10
151	280	15
281	400	20
401	500	25
501	1200	35
1201	3200	50
3201	10000	75
10001	35000	100
350001	150000	150
Mayor a	150000	200

Fuente: NTE INEN 220, 2013

Realizado por: Cepeda, M. 2023.



Ilustración 3-13: Selección de las muestras elementales.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

El procedimiento para desarrollar “El Cuarteo” se realizó de la siguiente forma:

- Se vertió la muestra en forma de cono sobre una superficie limpia donde no pueda ser contaminada, luego se aplanó el cono de tal forma que quede como una tortilla.



Ilustración 3-14: Muestra en forma de cono.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

- Luego se dividió la muestra en cuatro partes iguales con ayuda de una regleta, se tomó los dos cuartos opuestos de la muestra y se descartó las dos cuartas partes sobrantes que se oponen diametralmente, las muestras seleccionadas fueron colocadas en fundas herméticas para ser etiquetadas y finalmente se llevó a un laboratorio para su respectivo análisis.



Ilustración 3-15: División de la muestra en 4 partes.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.



Ilustración 3-16: Selección de la muestra.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.



Ilustración 3-17: Muestras almacenadas en fundas herméticas.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

- Si la muestra final sigue siendo grande, se puede repetir la técnica de cuarteo hasta llegar al tamaño de muestra ideal (Muestra Menor).

2. Granulometría

El análisis granulométrico del compost se realizó mediante un método mecánico como es el Tamizado o Cribado de la muestra. Con este método se pudo apreciar el tamaño de las diferentes partículas del compost.

Este procedimiento se realizó con el uso de una muestra seca. Esta pasa por una serie de tamices que van desde 3,15 mm hasta el tamiz más fino de 0,100 mm. Para hacer el tamizado de las muestras se siguió los siguientes pasos:

- Se usó tamices que son ensamblados en una columna de orden descendente.
- En el tamiz más grueso se echó la muestra.
- A la columna de tamices se realizaron movimientos de rotación de forma manual.
- Se retiraron los tamices y se tomó por separado el peso del material que se ha retenido en cada uno.
- Tener en cuenta el peso total y los retenidos.

3. Color y olor

Para determinar el color y el olor del compost se aplicó la metodología sensorial, por medio de la cual se observó el cambio de color desde la materia orgánica prima hasta la transformación en compost y de igual forma el cambio de olor.

3.3.1.4. Establecer una propuesta de manejo integral para los Residuos Sólidos Orgánicos del mercado municipal del Cantón Pallatanga

Para establecer la propuesta del manejo integral de los residuos sólidos orgánicos se consideró la información y resultados de la cuantificación de los Residuos Sólidos Orgánicos que se generaron en el mercado y la elaboración de abono orgánico compost a fin de proporcionar soluciones a la contaminación ambiental.

Dentro del proceso para realizar la propuesta de plan de manejo de los residuos sólidos orgánicos se han establecido ciertas etapas que se indica en la ilustración 3-19.



Ilustración 3-18: Etapas de planificación para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

1. Etapa de diseño

Dentro de la identificación se encuentran datos como: La obtención de la población actual, la cantidad de locales comerciales y el número total de comerciantes. En lo que concierne a la preparación se desarrolló lo siguiente: Elaboración de documentos y formatos.

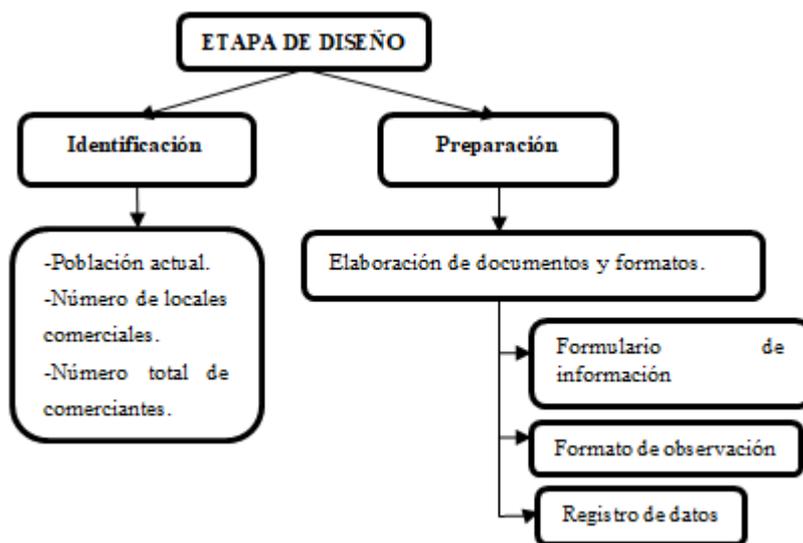


Ilustración 3-19: Etapas de diseño para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Identificación

Población actual: El programa de manejo (PM), forma parte del plan de acción para el mercado municipal de Pallatanga que tiene una población aproximada de 11544 habitantes, según el Censo Nacional de Población y Vivienda (INEC, 2014).

La cantidad de locales comerciales que se identificó en las secciones A-B y nave exterior del mercado municipal de Pallatanga es 52 de los cuales 30 están ocupados por las actividades comerciales que realizan los comerciantes.

Preparación

Elaboración de documentos y formatos

En esta etapa se elaboró diversos documentos y formatos que se requieren para la obtención de la información que se necesita para el desarrollo del estudio.

Formulario de información

Tabla 3-7: Lista de comerciantes.

LISTA DE COMERCIANTES (Frutas, legumbres y nave exterior)			
Número	Nombre y apellido	Cédula	Firma

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

La tabla 3-7 se utilizó para registrar el número actual de comerciantes que pertenecen a la sección A-B (Legumbres) y nave exterior (Frutas).

Formato de observación y registro de datos: El formato de observación se encuentra en la ficha de registro de campo en la tabla 3-3, en la cual se obtuvo información sobre el número total de locales comerciales y el número de locales comerciales ocupados por secciones.

En la tabla 3-5, se encuentra el formulario que permitió obtener el peso de los residuos sólidos orgánicos por cada fin de semana.

Tabla 3-8: Registro de densidades de los residuos sólidos orgánicos.

Ficha de Muestreo (Densidad)				
Número de semanas	W: Peso de los residuos sólidos orgánicos (kg)	V: Volumen del recipiente (m ³)	Densidad (kg/m ³)	
Densidad Total				

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 3-8 se registró los valores de densidad de los residuos sólidos orgánicos durante las 8 semanas.

Tabla 3-9: Formato del plan de manejo.

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS					
Programa de manejo de...					
OBJETIVOS:					CÓDIGO XXX-I
LUGAR DE APLICACIÓN:					
RESPONSABLE:					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO

Fuente: MAATE

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Para el desarrollo del plan de manejo (PM) se aplicó el formato modelo propuesto por el Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE) que se registra a continuación en la tabla 3-9.

2. Etapa de ejecución del estudio

En la etapa de ejecución se desarrolló la socialización del estudio y la recolección de las muestras. El proceso de socialización se realizó con los 30 comerciantes del mercado, comunicándose la finalidad del trabajo que se va a desarrollar y de esta manera concientizar a los participantes. También se realizó la entrega de una lona para la recolección de las muestras.

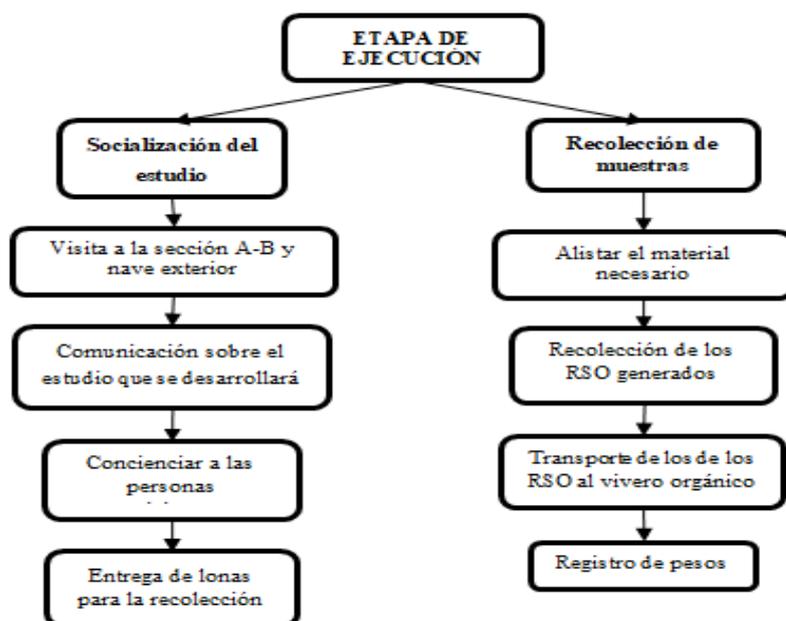


Ilustración 3-20: Etapas de ejecución para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Socialización del estudio

La socialización del estudio se realizó por cada sección con el permiso de la autoridad competente del (departamento de gestión ambiental) y el acompañamiento del señor comisario municipal, se explicó el propósito del trabajo para de esta manera generar conciencia y que se desarrollen las actividades.

Recolección de muestras

La recolección de los residuos sólidos orgánicos realizó cada comerciante en su local o puesto de trabajo los sábados y domingos, los residuos fueron transportados en una camioneta hasta el vivero orgánico para cuantificar la cantidad total.

2.1. Determinación de parámetros

Esta etapa sirvió para determinar las diversas operaciones que ayudan a la obtención de los resultados sobre la generación per capital y la densidad de los residuos sólidos orgánicos. Estos parámetros fueron necesarios para la generación de la propuesta que busca minimizar la problemática de los residuos sólidos orgánicos.

Generación Per Cápita

La generación per cápita necesita de ciertos factores para su cálculo, entre los cuales tenemos: número de personas comerciantes sección A-B y nave exterior, peso generado de los residuos sólidos orgánicos y número de días recogidos

Para el cálculo de GPC se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Generación per cápita de residuos sólidos orgánicos (gpc)} = \frac{\text{Peso promedio de los RSO (W)}}{\text{Número de personas (N)}}$$

Dónde:

Gpc: Generación Per cápita

W: Peso promedio de los residuos sólidos orgánicos

N: Número de personas

Densidad de los residuos sólidos orgánicos

La densidad se obtuvo colocando los residuos en un recipiente de 20 litros, a los residuos se homogenizo, luego se pesó sin compactar y se restó el peso del recipiente. Por último, se dividió este peso del residuo entre el volumen conocido.

$$\text{Densidad } (\delta) = \frac{W}{V}$$

Dónde:

δ : Densidad

W: Peso de los residuos sólidos orgánicos

V: Volumen de los residuos sólidos orgánicos

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal de Pallatanga.

Los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado municipal del cantón Pallatanga fueron seleccionados los de origen vegetal, en los cuales existen elementos primarios como: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, etc., que influyen dentro del proceso de la descomposición del compost.

Tabla 4-1: Residuos sólidos orgánicos recolectados en el mercado municipal.

Origen vegetal	Residuos Sólidos Orgánicos
Hortalizas y Verduras	Vainas (Haba, frejol, arveja), cebolla, choclo, lechuga, col, pimiento, tomate, etc.
Frutas	Mangos, guabas, fresas mandarinas, manzanas, bananas, limones, piña, sandía, etc.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la siguiente tabla (4-1) se describe los diferentes residuos sólidos orgánicos de origen vegetal, que son generados en el mercado municipal del cantón Pallatanga, los mismos que fueron recolectados para la elaboración del compost.

Tabla 4-2: Cuantificación de residuos sólidos orgánicos del mercado municipal.

CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS						
Días que los desechos se acumularon: sábado y domingo Realizado por: Marco Cepeda					Fecha inicio: 9 de octubre 2022 Fecha final: 27 de noviembre 2022	
Número de Semanas	Residuo Orgánico	Masa (Kg)	Porcentaje (%)	Porcentaje Total (%)	Masa Total (Kg)	Observaciones
Semana 1 9 de octubre 2022	Verduras y hortalizas	571.88	80	100	714.85	No se encontró residuos de plástico, cartón, otros.
	Frutas	142.97	20			
Semana 2 16 de octubre 2022	Verduras y hortalizas	559.64	77	100	726.80	
	Frutas	167.16	23			
Semana 3 23 de octubre 2022	Verduras y hortalizas	640.06	73	100	876.80	
	Frutas	236.74	27			
Semana 4	Verduras y hortalizas	632.16	75	100	842.88	

30 de octubre 2022	Frutas	210.72	25			Se encontró poco residuo de plástico.
Semana 5 6 de noviembre 2022	Verduras y hortalizas	558.43	72	100	775.60	
	Frutas	217.17	28			
Semana 6 13 de noviembre 2022	Verduras y hortalizas	528.67	71	100	744.60	La reducción de residuos es debido a que otras personas recogen los residuos como alimento de los animales por la temporada de verano.
	Frutas	215.93	29			
Semana 7 20 de noviembre 2022	Verduras y hortalizas	522.71	79	100	661.66	
	Frutas	138.95	21			
Semana 8 27 de noviembre 2022	Verduras y hortalizas	528.53	77	100	686.40	
	Frutas	157.87	23			
TOTAL				100	6029.59	

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la siguiente tabla (4-2) se describe la cuantificación total de los residuos sólidos orgánicos de mercado (RSOM), que fueron recolectados cada semana durante dos meses. En el mes de octubre se obtuvo 3161.33 Kg de RSOM, mientras que para el mes de noviembre se obtuvo 2868.26 Kg de RSOM, obteniendo un total de 6029.59Kg de residuos solido orgánico.

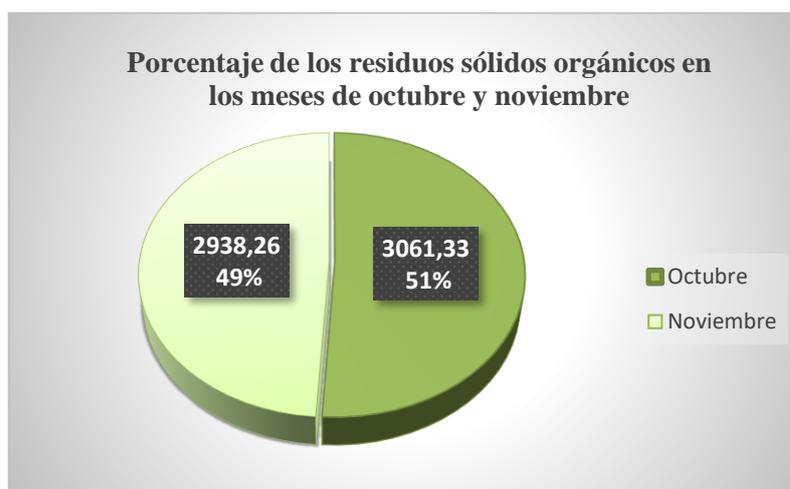


Ilustración 4-1: Porcentaje de los Residuos Sólidos Orgánicos recolectados.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En el análisis e interpretación del resultado se aprecia que en el mes de octubre existe un porcentaje del 51% de residuos sólidos orgánicos, considerado el porcentaje mayor para la elaboración de compost, mientras que para el mes de noviembre se obtuvo un porcentaje del 49%, de residuos sólidos orgánicos. Esta disminución se debe a que algunas personas acuden al mercado para llevar los residuos sólidos orgánicos como alimento para sus animales, debido a las altas temperaturas y la época de sequía que presenta la zona de Pallatanga.

4.2. Elaboración del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Pallatanga aplicando el método Indore.

A continuación, en la tabla 4-3, se presentan las cantidades de materia orgánica utilizadas para la elaboración de compost con la aplicación del método INDORE descrito en la parte metodológica.

Tabla 4-3: Cantidad de residuos sólidos orgánicos de origen animal y vegetal.

N.º Pilas Componentes	Octubre				Noviembre				Total (Kg) Componentes
	P1(kg)	P2(kg)	P3(kg)	P4(kg)	P5(kg)	P6(kg)	P7(kg)	P8(kg)	
Origen animal									
Estiércol de cuy		138.39	62.80	53.80					254.99
Origen Vegetal									
Residuos Sólidos Orgánicos (Legumbres, hortalizas y frutas)	714.85	726.80	876.80	842.88	775.60	744.60	661.66	686.40	6029.59
Rastrojo de leguminosas (Paja seca de frejol)	109.40	99.26	105.2	70	25.2				409.06
Aserrín					15	12.40	15.40	14	56.80
Total (Kg) por Pila de compost	824.25	964.45	1044.8	966.68	815.8	757	677.06	700.4	6750.44
Promedio	950.045 kg				737.57 Kg				

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Como se indica en la tabla 4-3 la elaboración de cada pila de compost fue realizada con diferente peso de materia orgánica, el mes de octubre se trabajó con un promedio de 950.045kg y el mes de noviembre se trabajó con un promedio de 737,57 kg de materia orgánica.

Tabla 4-4: Registro de las variables en el proceso de compostaje.

Registro de variables en el proceso de compostaje				
Número de pila	Relación C/N	Número de volteos	Temperatura	
			Máx.	Mín.
Pila 1	30.62	16	64.4°C	12.4°C
Pila 2	28.07	16	64.8°C	14.8°C
Pila 3	27.73	16	68.4°C	12.5°C
Pila 4	25.40	16	64.2°C	12.9°C
Pila 5	29.10	15	58.5°C	16.2°C
Pila 6	27.87	15	67.8°C	16.3°C
Pila 7	30.92	15	51.6°C	16.5°C
Pila 8	29.59	15	62.3°C	18.2°C

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 4-4 se registran los resultados de las variables que se midieron en el proceso de compostaje. La relación C/N promedio es de 28.66 partes de carbono por 1 de nitrógeno, los volteos se realizaron de 15 a 16 por cada pila de compostaje y la temperatura máxima que se registró es de 68.4°C en la tercera pila y la temperatura mínima es de 12.4°C en la primera pila de compostaje.

Terminado el proceso de compostaje durante 3 meses, en la tabla 4-5 se presentan las cantidades de cada componente y el rendimiento de compost tamizado obtenido.

Rendimiento en masa de compostaje

$$(1) \quad R = \frac{C_f(Kg)}{C_o(Kg)} * 100\%$$

$$R = \frac{1173.8Kg}{6750.44Kg} * 100$$

$$R = 17.38 \%$$

Dónde:

R=Rendimiento (%)

C_o=Cantidad inicial (kg)

C_f=Cantidad final (kg)

Tabla 4-5: Cantidad obtenida de compost.

N.º	COMPONENTES	PESO (kg)	PORCENTAJE (%)
1	Peso inicial de materia orgánica	6750.44	100
2	Pérdida de peso por descomposición y volteos.	3639.68	53.92
3	Compost sin tamizar	1937.38	28.7
4	Compost Tamizado	1173.38	17.38

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Como se indica en la tabla 4-5 que el proceso de compostaje se inició con un peso de 6750.44 Kg, de materia orgánica, una vez que finalizó el proceso, se obtuvo como producto (compost tamizado) 1173.38 Kg. Es decir, el rendimiento del proceso fue del 17.38%. La pérdida de peso se dio en un 53.92% por la descomposición microbiana debido a las transformaciones bioquímicas de la materia orgánica y actividades de volteo y por último, el 28.7% corresponde al producto (compost sin tamizar), pérdida de material por la refinación del producto para eliminar los

materiales que no se degradaron totalmente durante el proceso de compostaje y que presentaron un tamaño de partícula mayor a 1 cm.

4.3. Análisis de los parámetros físico químico y biológico del compost elaborado con los residuos sólidos orgánico del mercado municipal de Pallatanga.

Los parámetros que se evaluaron en el análisis del compost son los sugeridos por la norma NTE INEN 221:1997 y el manual del INIAP número 89 de producción de Abonos Orgánicos que establece los requisitos que debe cumplir los compuestos orgánicos usados como abono o fertilizante.

4.3.1. Resultado de los análisis Físico Químico del compost

Tabla 4-6: Muestra 1.

Abono compost	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica Analítica
Muestra 1	Potencial de Hidrogeno (pH)	9.13		Potenciométrico
	Conductividad eléctrica (CE)	7.04	ms/cm	Potenciométrico
	Nitrógeno total (N)	1.35	%	Digestión Kjeldahl
	Fosforo (P)	0.024	%	Colorimétrico
	Potasio (K)	1.21	%	Absorción Atómica
	Calcio (Ca)	3.64	%	Absorción Atómica
	Magnesio (Mg)	1.77	%	Absorción Atómica
	Materia Orgánica (M.O)	36.20	%	Walkey y Black
	Cobre (Cu)	10	Ppm	Absorción Atómica
	Manganeso (Mn)	35	Ppm	Absorción Atómica
	Zinc (Zn)	12	Ppm	Absorción Atómica

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Tabla 4-7: Muestra 2.

Abono compost	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica Analítica
Muestra 2	Potencial de Hidrogeno (pH)	8.93		Potenciométrico
	Conductividad eléctrica (CE)	7.01	ms/cm	Potenciométrico
	Nitrógeno total (N)	1.36	%	Kjeldahl
	Fosforo (P)	0.024	%	colorimétrico
	Potasio (K)	1.22	%	Absorción Atómica
	Calcio (Ca)	3.66	%	Absorción Atómica

	Magnesio (Mg)	1.79	%	Absorción Atómica
	Materia Orgánica (M.O)	36.19	%	Walkey y Black
	Cobre (Cu)	11	Ppm	Absorción Atómica
	Manganeso (Mn)	35	Ppm	Absorción Atómica
	Zinc (Zn)	13	Ppm	Absorción Atómica

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Tabla 4-8: Muestra 3.

Abono compost	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica Analítica
Muestra 3	Potencial de Hidrogeno (pH)	8.14		Potenciométrico
	Conductividad eléctrica (CE)	5.07	ms/cm	Potenciométrico
	Nitrógeno total (N)	1.38	%	Kjeldahl
	Fosforo (P)	0.027	%	colorimétrico
	Potasio (K)	1.14	%	Absorción Atómica
	Calcio (Ca)	3.80	%	Absorción Atómica
	Magnesio (Mg)	1.84	%	Absorción Atómica
	Materia Orgánica (M.O)	34.86	%	Walkey y Black
	Cobre (Cu)	13	Ppm	Absorción Atómica
	Manganeso (Mn)	12	Ppm	Absorción Atómica
	Zinc (Zn)	15	Ppm	Absorción Atómica

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Según el manual INIAP número 89, los principales parámetros que se consideran son los contenidos totales y disponibles de N, P y K, % de materia orgánica, relación C/N, pH y conductividad eléctrica (CE).

Tabla 4-9: Promedio de los parámetros físico químico del Compost.

Abono Compost	pH	Conductividad eléctrica (ms/cm)	Nitrógeno (N) %	Fosforo (P) %	Potasio (K) %	Calcio (Ca) %	Magnesio (Mg) %	Materia Orgánica %	Cobre (Cu) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm
Muestra 1	9.13	7.04	1.35	0.024	1.21	3.64	1.77	36.2	10	35	12
Muestra 2	8.93	7.01	1.36	0.024	1.22	3.66	1.79	36.19	11	35	13
Muestra 3	8.14	5.07	1.38	0.027	1.14	3.8	1.84	34.86	13	12	15
PROMEDIO	8.73	6.37	1.36	0.03	1.19	3.70	1.80	35.75	11.33	27.33	13.33

Realizado por: Cepeda, Marco. 2023

En la tabla 4-9 se presentan los valores promedios de cada uno de los parámetros analizados en las tres muestras. La conductividad eléctrica promedio en nuestro estudio fue de 6.37 ms/cm lo que nos indica que sobrepasa los niveles estimados para el compost. El porcentaje de materia orgánica que se obtuvo una vez finalizado el proceso fue de 35.75 %. Este valor está dentro de los valores permisibles de materia orgánica que un compost debe tener para ser comercializado que es entre 25 y 70 % según datos corroborados por (CHÁVEZ. R, 2012, pp. 64-68), en su trabajo sobre elaboración de compost. De igual manera cumple con el porcentaje >20% de MO como estima la FAO en el Manual de Compostaje del Agricultor.

En nuestro estudio el pH promedio es de 8.73 debido a la degradación de ácidos en la etapa termofílica. Los valores de pH obtenidos al final del proceso se consideran como óptimos puesto que los rangos permisibles según a lo establecido por (ALTAMIRANO. M & CABRERA. C, 2006, p. 80), en su trabajo considera que valores de pH entre 6 a 9 son óptimos en el proceso de compostaje.

Al conocer el % de MO, se calculó el carbono orgánico contenido, multiplicando por 0,58 (que representa el 58% que es el porcentaje de C en la MO)

(2)

$$C = MO(\%) \times 0,58(\%)$$

$$C = 35,75\% \times 0,58\%$$

$$C = 20,735\%$$

El nitrógeno total es 1,36%, por tanto, la relación carbono / nitrógeno (C/N) sería igual a:

$$C/N = \frac{20,735\%}{1,36\%}$$

$$C/N = 15,24$$

Dónde:

C= Carbono

MO= Materia Orgánica

N= Nitrógeno

C/N= Relación Carbono/Nitrógeno

Es decir, la relación C/N presente en el abono compost es 15,24 partes de carbono por 1 de nitrógeno, lo cual indica que dispone de una relación C/N baja, (Alta disponibilidad de N) sin embargo, no afecta al proceso de los microorganismos en el suelo. El proceso fue eficiente puesto que al finalizar el mismo se obtuvo valores similares a los obtenidos en el trabajo investigativo realizado por (QUISHPE. D & SUQUILANDA. M, 2008, p. 7). Para corroborar este resultado la FAO menciona que el rango ideal de la relación C/N de un compost maduro (3-6 meses) es < 20.

Los resultados del análisis granulométrico que se presentan en la tabla 4-10 se realizaron en el laboratorio de suelos de la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

Tabla 4-10: Análisis granulométrico, textura del compost.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Cantidad de muestra	25g	Método de análisis	Materia Orgánica	Compost
		Tamizado o Cribado		
Diámetro de malla (mm)	Peso del tamiz (g)	Peso del tamiz y la muestra (g)	Peso de partícula (g)	Porcentaje (%)
3,15mm	192.35	192.57	0.22	0.88
2,0mm	183.07	186.94	3.87	15.48
1,0mm	176.65	191.08	14.43	57.72
0,500mm	165.98	171.57	5.59	22.36
0,250mm	158.55	159.37	0.82	3.28
0,200mm	162.28	162.34	0.06	0.24
0,100mm	155.52	155.53	0.01	0.04
Total			25g	100%

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 4-10 indica que el 57, 72% de compost analizado tiene un tamaño de partícula de 1.0 mm. Según la Junta de Andalucía (2006, p. 5), (Consejería para el medio ambiente), los compost vegetales no deben contener impurezas y el tamaño de sus partículas será inferior de 10 mm.

Tabla 4-11: Color del compost.

MATERIA ORGÁNICA	COLOR	MÉTODO DE ANÁLISIS
Compost	Marrón oscuro	Sensorial

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 4-11 indica que el color del compost es marrón oscuro (Figura 09). Según la FAO (2013) en el Manual del compostaje del agricultor menciona que el compost debe tener un agradable olor a tierra, color marrón oscuro y una textura homogénea de grano pequeño.

El análisis físico químico en el compost cumple con los parámetros establecidos por el manual INIAP número 89, como también con la norma NTE INEN 221:1997 y los rangos que establece la FAO en el Manual de compostaje del Agricultor.

4.3.2. Resultado de los análisis microbiológicos del compost

Tabla 4-12: Muestra 1.

Abono compost	Parámetros	Resultados	Unidad	Técnica analítica
Muestra 1	Mesofílicos	7,34x10 ⁵	ufc/g compost	Recuento total en placa
	Termofílicos	1,43x10 ⁵	ufc/g compost	Recuento total en placa
	Maduración	1,46x10 ³	ufc/g compost	Recuento total en placa

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Tabla 4-13: Muestra 2.

Abono compost	Parámetros	Resultados	Unidad	Técnica analítica
Muestra 2	Mesofílicos	8,34x10 ⁵	ufc/g compost	Recuento total en placa
	Termofílicos	1,54x10 ⁵	ufc/g compost	Recuento total en placa
	Maduración	1,76x10 ³	ufc/g compost	Recuento total en placa

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Tabla 4-14: Muestra 3.

Abono compost	Parámetros	Resultados	Unidad	Técnica analítica
Muestra 3	Mesofílicos	8,14x10 ⁵	ufc/g compost	Recuento total en placa
	Termofílicos	1,36x10 ⁵	ufc/g compost	Recuento total en placa
	Maduración	1,41x10 ³	ufc/g compost	Recuento total en placa

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En las tablas (4-12), (4-13) y (4-14) se indica que en las tres muestras analizadas en la fase termofílica existe una cantidad alta de unidades formadoras de colonias por gramo de compost, mientras que en las dos últimas fases del compost baja la presencia de unidades formadoras de colonias debido a que el compost ya está maduro. Los valores cumplen con los parámetros establecidos en el manual INIAP número 89, la cual menciona que un compost debe estar libre de patógenos.

4.4. Propuesta de manejo integral para los residuos sólidos orgánicos

Para realizar una propuesta de manejo integral para los Residuos Sólidos Orgánicos se realizó una encuesta en donde se reveló que la mayoría de los participantes del mercado no separan sus

residuos sólidos orgánicos y que no consideran suficiente la capacidad de los tachos recolectores en el mercado. Además, la mayoría de los encuestados desconoce los beneficios de reciclar y no conoce el código de color para separarlos adecuadamente. Sin embargo, es alentador observar que todos los encuestados consideran importante separar los RSO y que estarían dispuestos a participar en un plan de gestión de RSO para el mercado.

En este sentido, toda la información vertida por los participantes sirvió como eje fundamental para implementar un plan de manejo integral de residuos sólidos orgánicos en el mercado, que incluyó la sensibilización y capacitación de los comerciantes sobre la importancia de la separación y reciclaje, la instalación de tachos recolectores con capacidad suficiente y la implementación de horarios de recolección establecidos.

La implementación de este plan no solo beneficiará al medio ambiente, sino que también podría generar oportunidades de negocio, al promover la generación de abonos orgánicos para la venta a consumidores interesados en productos orgánicos y se estaría contribuyendo a la construcción de una cultura de manejo responsable de los residuos sólidos en el mercado y en la sociedad en general.

A continuación, se presenta las tablas de frecuencia y porcentajes de la encuesta realizada a los 30 comerciantes del de mercado municipal del Cantón Pallatanga.

4.4.1. Encuesta realizada a los comerciantes de mercado municipal del cantón Pallatanga

Sección 1: Componente sociodemográfico

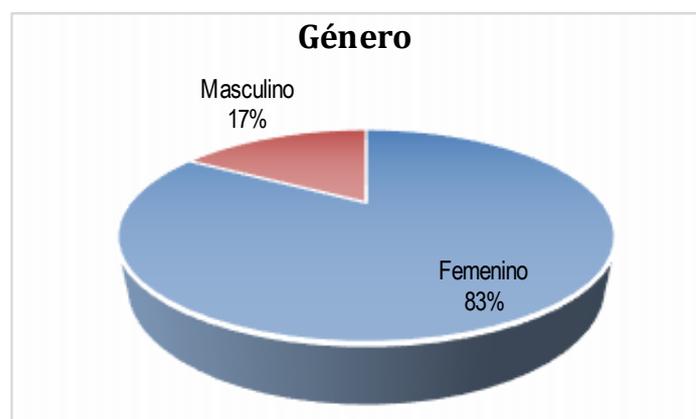


Ilustración 4-2: Género.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

De los 30 participantes, 25 (83.3%) se identifican como femeninos y 5 (16.7%) como masculinos. No se reportan valores faltantes o inválidos. En conclusión, la mayoría de las personas en la muestra se identifican como femeninas, mientras que una minoría se identifica como masculina.

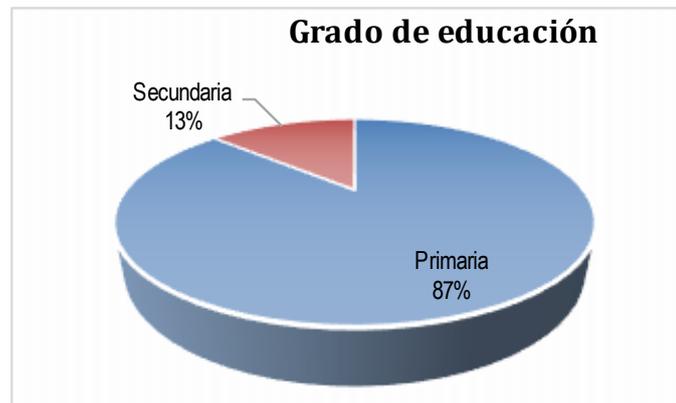


Ilustración 4-3: Grado de educación.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, Marco. 2023.

Análisis e interpretación

De los 30 participantes, 26 (86.7%) tienen educación primaria y 4 (13.3%) tienen educación secundaria. No se reportan valores faltantes o inválidos.

La ilustración 4-3 muestra que la mayoría de las personas encuestadas en el mercado municipal de Pallatanga tienen educación primaria, mientras que una minoría tiene educación secundaria.

Sección 2: Componente Ambiental

1. ¿Usted sabe o que entiende por reciclaje?

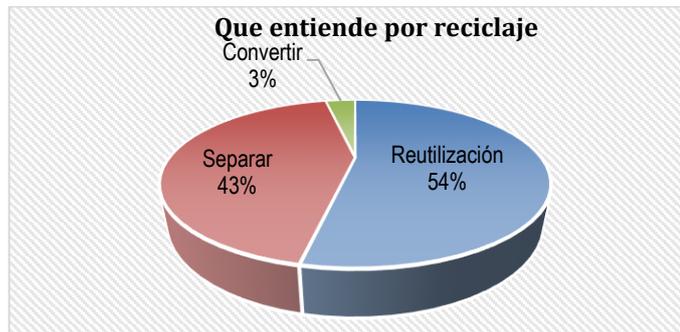


Ilustración 4-4: Usted sabe o que entiende por reciclaje.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

De los 30 participantes, 16 (53.3%) utilizan el método de procesamiento de reutilización, 13 (43.3%) utilizan el método de procesamiento de separación y 1 (3.3%) utiliza el método de procesamiento de conversión. No se reportan valores faltantes o inválidos.

En el estudio realizado por Visarrea, K. (2016) se encontró que la mayoría de las personas encuestadas (más del 80%) informaron que separaban los materiales reciclables de los no reciclables en sus hogares. Solo alrededor del 30% informó que reutilizaba los materiales. Estos resultados sugieren que la separación es una forma común de procesar materiales en los hogares ecuatorianos, pero la reutilización es menos común.

2. ¿Qué tipo de residuo desecha con más frecuencia en el mercado?



Ilustración 4-5: Qué tipo de residuo desecha con más frecuencia.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

De los 30 participantes, todos (100%) desechan materiales orgánicos y ninguno (0%) desechan materiales inorgánicos. No se reportan valores faltantes o inválidos.

Un estudio realizado en Aguilar, M. (2020) en el mercado de Paján encontró que el 80% de los residuos generados eran orgánicos y el 20% inorgánicos. En ese estudio, se encontró que el 45.4% de los residuos orgánicos eran residuos alimenticios, el 39.4% eran residuos de papel y cartón, y el 15.2% eran otros residuos. Este resultado sugiere que el tipo de material generado depende del lugar de estudio esto puede ser un factor importante para considerar al momento de analizar la gestión de residuos.

3. ¿Usted separa los residuos que genera en el mercado?



Ilustración 4-6: Usted separa los residuos que genera en el mercado.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, Marco. 2023.

Análisis e interpretación

De los 30 participantes, el 13,3% (4 personas) indicaron que sí separan los residuos que generan en el mercado, mientras que el 86,7% (26 personas) indicaron que no lo hacen.

El resultado que se obtuvo en la ilustración es consistente con los resultados de la tesis de Aguilar, M. (2020), en el sentido de que la mayoría de los participantes no separan los residuos que generan en el mercado. Este resultado fue de utilidad al momento de realizar el Plan de manejo para la gestión de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Pallatanga.

3. ¿Cree usted que es importante separar los residuos sólidos en el mercado?



Ilustración 4-7: Es importante separar los residuos sólidos.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La tabla muestra que los 30 participantes consideran importante separar los residuos sólidos, ya que el 100% de ellos respondieron afirmativamente a esta pregunta, no existe ninguna persona que indique lo contrario.

Este resultado indica que los participantes están conscientes de la importancia de la separación de residuos y sus implicaciones en la protección del medio ambiente y la salud pública. Además, sugiere que existe una aceptación generalizada de la necesidad de separar los residuos sólidos, lo que puede ser un buen punto de partida para la implementación del plan de manejo para la gestión de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Pallatanga.

4. ¿Cuál es el peso aproximado de residuo sólidos orgánico que desecha en el contenedor?



Ilustración 4-8:Cuál es el peso aproximado de RSO que desecha en el contenedor.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La ilustración 4-8 muestra que la mayoría de los participantes (63.3%) desechan entre 30 y 50 kg de residuos sólidos orgánicos en el contenedor. Mientras que el 36.7% de los participantes desechan entre 15 y 30 kg de residuos sólidos orgánicos en el contenedor. Este resultado sugiere que los participantes generan una cantidad significativa de residuos sólidos orgánicos, lo que puede requerir un esfuerzo adicional en la gestión de residuos. El resultado de esta pregunta proporciona información valiosa a considerar para iniciar el proceso de compostaje utilizado como una alternativa para reducir la cantidad de residuos enviados a los vertederos.

5. ¿La capacidad de los tachos recolectores en el mercado es suficiente?



Ilustración 4-9: La capacidad de los tachos recolectores es suficiente.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La ilustración 4-9 muestra que todos los participantes (100%) consideran que la capacidad de los tachos recolectores en el mercado no es suficiente.

Este resultado indica que los participantes perciben una insuficiencia en la capacidad de los tachos recolectores en el mercado para manejar la cantidad de residuos generados. Esta opinión de los comerciantes resalta la necesidad de mejorar la infraestructura de gestión de residuos en el mercado y abordar la insuficiencia en la capacidad de los tachos recolectores para garantizar un manejo adecuado y seguro de los residuos sólidos generados en el mercado.

6. ¿Considera usted que existe un problema con los residuos sólidos orgánicos en el mercado?



Ilustración 4-10: Existe un problema con los residuos orgánicos en el mercado.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La Ilustración 4-10 muestra que todos los participantes (100%) consideran que existe un problema con los residuos sólidos orgánicos en el mercado, aunque todos ellos perciben el problema como "poco".

La opinión de los comerciantes es generalizada y tienen la percepción de que existe un problema con los residuos sólidos orgánicos en el mercado, aunque no lo consideran un problema mayor. Esta percepción puede ser útil para implementar el plan de manejo.

7. ¿Considera usted que existe suficientes tachos de recolección de residuos sólidos en el mercado?

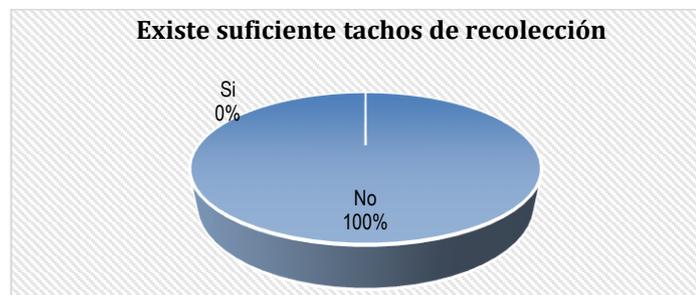


Ilustración 4-11: Existe suficientes tachos de recolección de RS en el mercado.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La ilustración 4-11 muestra que ninguno de los participantes (0%) considera que existen suficientes tachos de recolección de residuos sólidos en el mercado, mientras que todos los participantes (100%) piensan que no hay suficientes tachos.

Por lo tanto, este resultado indica la necesidad de aumentar la cantidad de tachos de recolección de residuos sólidos en el mercado inquietud que se plasmará en la implementación Plan de manejo para la gestión de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Pallatanga.

8. ¿Conoce usted el código de color para los residuos sólidos orgánicos?

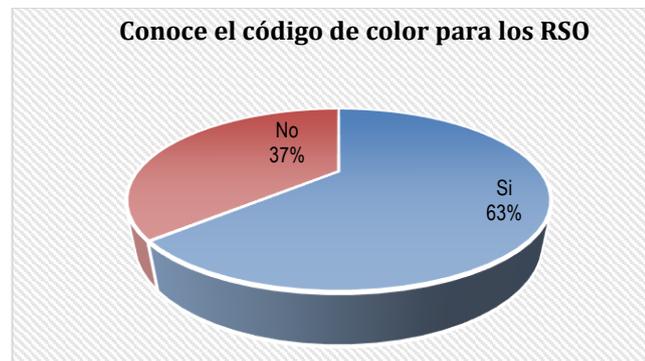


Ilustración 4-12: Conoce el código de color para los residuos sólidos orgánicos.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

En la ilustración 4-12 muestra que 19 participantes (63,3%) conocen el código de color para los residuos sólidos orgánicos, mientras que 11 participantes (36,7%) no lo conocen.

Este resultado indica que la mayoría de los participantes están familiarizados con el código de color utilizado para los residuos sólidos orgánicos. Sin embargo, el hecho de que casi el 37% de los participantes no conozcan el código de color sugiere que puede haber una necesidad de mejorar la comunicación y la educación sobre la gestión de residuos sólidos, incluyendo la identificación y separación de los distintos tipos de residuos.

9. ¿En el mercado existen horarios establecidos para la recolección de residuos sólidos?

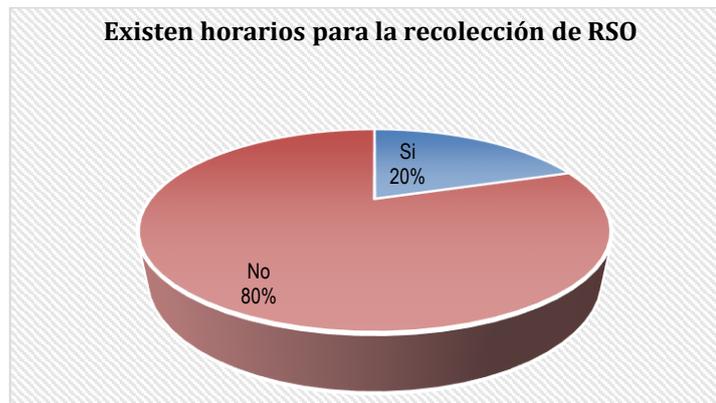


Ilustración 4-13: En el mercado existen horarios para la recolección de residuos sólidos.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

En la ilustración 4-13 muestra que solo el 20% de los participantes (6) afirmaron que en el mercado existen horarios establecidos para la recolección de residuos sólidos, mientras que el 80% (24) afirmaron que no existen horarios para la recolección de los residuos.

Esto puede deberse a una falta de información, o bien a una falta de coordinación por parte de las autoridades encargadas de la gestión de residuos sólidos del mercado municipal de Pallatanga. En cualquier caso, la falta de horarios establecidos para la recolección de residuos sólidos puede generar problemas en la gestión de los mismos, ya que puede provocar acumulación de residuos por lo que en el plan se sugerirá horarios para la recolección de los RSO.

10. ¿Usted tienen conocimiento de los beneficios de reciclar los residuos sólidos orgánicos?



Ilustración 4-14: Tiene conocimiento de los beneficios de reciclar los RSO.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La totalidad de los comerciantes encuestados (30 participantes) 100% indica que tienen poco conocimiento sobre los beneficios de reciclar los residuos sólidos orgánicos.

Los resultados de la pregunta pueden ser un indicativo a la necesidad de promover una educación y concientización sobre la importancia del reciclaje de residuos sólidos orgánicos para el cuidado del medio ambiente.

11. ¿Usted sabe adónde van los residuos sólidos orgánicos del mercado?

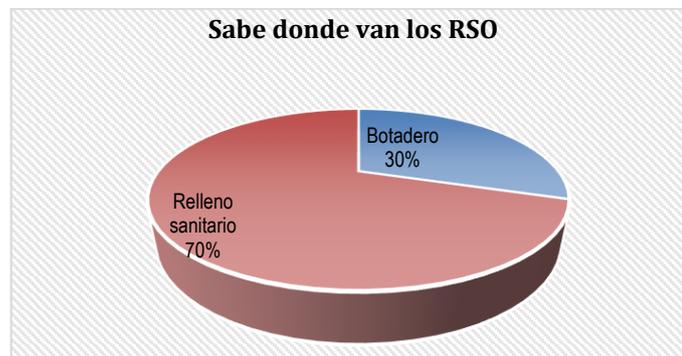


Ilustración 4-15: Sabe dónde van los residuos orgánicos del mercado.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

La mayoría de los participantes (70%) saben que los residuos sólidos orgánicos del mercado van a un relleno sanitario, mientras que el 30% cree que van a un botadero. No se reportan valores faltantes o inválidos. Lo que sugiere que hay una falta de conocimiento o información errónea sobre el destino final de los residuos y la necesidad de una gestión adecuada.

Por lo tanto, es necesario implementar el Plan de manejo para la gestión de los residuos sólidos orgánicos e informar a la comunidad sobre la importancia de una gestión adecuada de los RSO y los impactos positivos que puede tener en el medioambiente.

12. ¿Alguna vez ha realizado el compostaje con residuos sólidos orgánicos?



Ilustración 4-16: Ha realizado el compostaje con residuos sólidos orgánicos.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

El 40% de los participantes indicaron haber realizado el compostaje con residuos sólidos orgánicos, mientras que el 60% indicó que no lo había hecho.

El compostaje es una técnica sencilla y efectiva para reducir la cantidad de residuos orgánicos en los vertederos y producir abono orgánico para la jardinería y agricultura. Es importante fomentar la práctica del compostaje como parte de una gestión adecuada de residuos sólidos.

13. ¿Usted consumiría abonos orgánicos "Compost" generados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado?

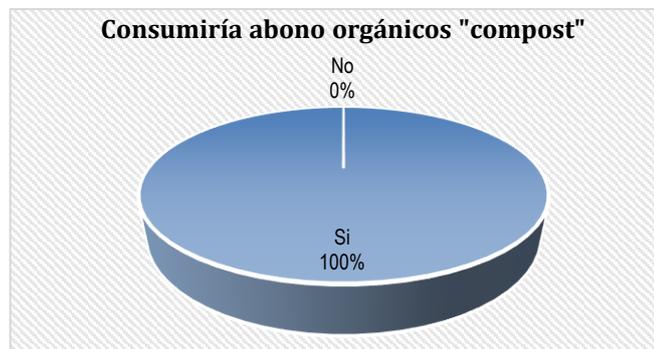


Ilustración 4-17: Consumiría "compost" generados a partir de los RSO del mercado.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

En la pregunta realizada sobre la disposición de los participantes a consumir abonos orgánicos "Compost" generados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado. De los 30 participantes, todos (100%) indicaron que estarían dispuestos a consumir este tipo de abonos.

Este resultado es alentador ya que indica una actitud positiva hacia la reutilización de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal y la producción de abonos orgánicos a partir de ellos. Si se establece un sistema adecuado de recolección y compostaje de los residuos orgánicos del mercado, esto podría no solo reducir la cantidad de residuos enviados a la empresa de la mancomunidad, sino también generar un recurso valioso para la agricultura y la jardinería.

14. ¿Usted estaría dispuesto a participar en el Plan de gestión de Residuos Sólidos Orgánicos para el mercado?



Ilustración 4-18: Participar en el plan de gestión de RSO para el mercado.

Fuente: Encuesta

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Análisis e interpretación

De los 30 encuestados, el 96,7% estaría dispuesto a participar en el plan de gestión de residuos sólidos orgánicos del mercado. Solo el 3,3% indicó que no estaría dispuesto a participar.

Estos resultados sugieren que hay un alto nivel de disposición por parte de los comerciantes encuestados para participar en el plan de gestión de residuos sólidos orgánicos del mercado. Esto puede deberse a una mayor conciencia sobre la importancia de reducir la cantidad de residuos que se generan y la necesidad de proteger el medio ambiente. Estos hallazgos son alentadores para la implementación del plan de gestión de residuos sólidos orgánicos del mercado, ya que parece haber un amplio apoyo por parte de los usuarios del mercado para este tipo de iniciativas.

4.4.2. Generación per cápita de los residuos sólidos orgánicos

En este apartado se presentó los resultados sobre los indicadores básicos: generación per cápita y densidad; los cuales sirven para determinar e interpretar la situación de la generación de los residuos sólidos orgánicos y elaborar la propuesta que promueva el bienestar ambiental social de los comerciantes y población, mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado.

Tabla 4-15: Generación per cápita de los residuos sólidos orgánicos.

GENERACION PER CAPITA			
Sección	Fin de semana	Kg/comerciante/F. semana	Número de comerciantes
A-B y Nave exterior	1	714.85	30
	2	726.80	
	3	876.80	
	4	842.88	
	5	775.60	
	6	744.60	
	7	661.66	
	8	686.40	
Total		6029.59	
Promedio		753.6988	
Generación Per Cápita (GPC)		25.12 kg/comerciante	

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 4-15 indica la generación per cápita de los residuos sólidos orgánicos, es decir que cada comerciante en su puesto de trabajo genera 25,12 kg de residuo orgánico.

Tabla 4-16: Densidad de los residuos sólidos orgánicos

Ficha de Muestreo (Densidad)				
Número de semanas	W: Peso de los residuos sólidos orgánicos (kg)	V: Volumen del recipiente (m ³)	Densidad (kg/m ³)	
1	5.8 kg	0.02m ³	290 kg/m ³	
2	6.13 kg	0.02m ³	306.5 kg/m ³	
3	6.8 kg	0.02m ³	340 kg/m ³	
4	6.22 kg	0.02m ³	311 kg/m ³	
5	6.11 kg	0.02m ³	305.5 kg/m ³	
6	6.52 kg	0.02m ³	326 kg/m ³	
7	6.61 kg	0.02m ³	330.5 kg/m ³	
8	6.73 kg	0.02m ³	336.5 kg/m ³	
Densidad Promedio			318.25kg/m³	

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 4-16 se muestra las densidades de los residuos sólidos orgánicos que fueron recolectados por cada semana, así también la densidad total que es de 2.546 kg/m³.

CAPÍTULO V

5. MARCO PROPOSITIVO

5.1. Tema

Plan de manejo para la gestión de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Pallatanga

5.2. Información General del proyecto y actividad

Tabla 5-1: Información General.

Plan de Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos, para el mercado municipal de Pallatanga		
	Provincia	Chimborazo
	Cantón	Pallatanga
	Altitud	1492 msnm
	Limites	
	Norte	Barrio Central
	Sur	Barrio Soledad Naranjo
	Este	Colegio Provincia de Chimborazo
	Oeste	Rio Coco
	Ubicación Geográfica	
	Latitud	2°00'09" S
Longitud	78°58'08" N	

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

5.3. Marco Legal

5.3.1. Constitución del Ecuador

La Constitución del Ecuador, vigente desde 2008, admite el derecho de las personas a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, además reconoce a la naturaleza como titular de derechos. También destina el régimen de

competencias pertinente a residuos sólidos y se preocupa de la planificación y control de las actividades que generen impactos.

5.3.2. *Ley orgánica de salud*

Libro II, Salud y Seguridad Ambiental. Publicada en el R.O. 423 del 22 de diciembre del 2006, reformada el 18 de diciembre del 2015. La ley orgánica de la salud establece los requerimientos de saneamiento ambiental, que permiten efectivizar el derecho universal a la salud. Art. 97, 98, 100.

5.3.3. *Reforma del libro VI del TULSMA mediante acuerdo ministerial 061*

Publicado en el R.O. No 316 del 4 de mayo del 2015

- Capítulo V: Participación Social.
- Capítulo VI: Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos.
- Capítulo IX: Producción limpia, consumo sustentable y buenas prácticas ambientales.
- Capítulo X: Control y seguimiento ambiental.

5.3.4. *NTE INEN 209 Estandarización de colores para recipientes de depósitos y almacenamiento temporal de residuos solidos*

Esta norma establece los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con el fin de fomentar la separación en la fuente de generación y la recolección selectiva. Se aplica a la identificación de todos los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos generados en las diversas fuentes: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios. Se excluyen los residuos sólidos peligrosos y especiales.

5.4. Plan de manejo

Identificado las condiciones y manejo inadecuado de los residuos sólidos orgánicos por parte de los comerciantes y la sociedad que realizan sus actividades comerciales en el mercado es importante sugerir medidas ambientales insertadas en programas que responden también con los resultados obtenidos de la cuantificación de los residuos y el aprovechamiento en la elaboración de compost, con el propósito de lograr un desarrollo social y mitigar la contaminación ambiental.

En virtud de la cuantificación realizada en el área de estudio y analizando los programas nacionales, se deben apuntar principalmente a desarrollar la educación ambiental, crear una cultura de reciclaje, separación en la fuente, diseño y creación de sistemas de recolección y estaciones de transferencia para la transformación de los residuos sólidos orgánicos en materiales aprovechables y además propiciar la incorporación de estos al ciclo económico productivo. (Valderrama & Chavarro, 2014)

El manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos es responsabilidad de todo un equipo de trabajo, donde interviene el municipio, las autoridades administrativas del departamento de gestión ambiental y los comerciantes del mercado. Un sistema eficiente de gestión de residuos no puede existir sin la vinculación y el apoyo entre el resto del personal relacionado con la población.

5.4.1. Alcance

El presente Plan de Manejo para la Gestión de Residuos Sólidos Orgánicos es aplicable para mitigar y controlar los aspectos ambientales, considerando una perspectiva socio ambiental del ciclo de vida de los residuos orgánicos en las actividades productivas que realizan los comerciantes de las secciones (A-B y Nave exterior) del mercado municipal del Cantón Pallatanga.

5.5. Objetivo

5.5.1. Objetivo general

Mejorar la gestión de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal, aplicando un plan de gestión sostenible con el fin de mitigar los efectos negativos producidos al medio ambiente.

5.5.2. Objetivo específico

- Atenuar el impacto ambiental negativo ocasionado por la incorrecta disposición de los residuos sólidos orgánicos.
- Aprovechar los residuos sólidos orgánicos mediante la elaboración de compost.
- Definir los responsables para cada actividad del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos.

5.6. Responsabilidades

Las actividades para mejorar la gestión de los residuos sólidos orgánicos, debe tener un responsable para que se cumplan los objetivos establecidos. Para el desarrollo del plan de manejo se requiere de la participación de las autoridades y organismos responsables, así como de los comerciantes del mercado y la población quienes realizan sus actividades comerciales.

5.7. Programas de manejo de residuos sólidos orgánicos

Como parte del plan de manejo para la gestión de los residuos sólidos orgánicos se desarrollaron programas que faciliten la implementación, socialización y control de lo planteado:

- Programa de capacitación para la adecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos (Educación Ambiental).
- Programa para la gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos.
- Programa para el aprovechamiento y manejo de los residuos sólidos orgánicos.

5.7.1. Programa de capacitación para la adecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos

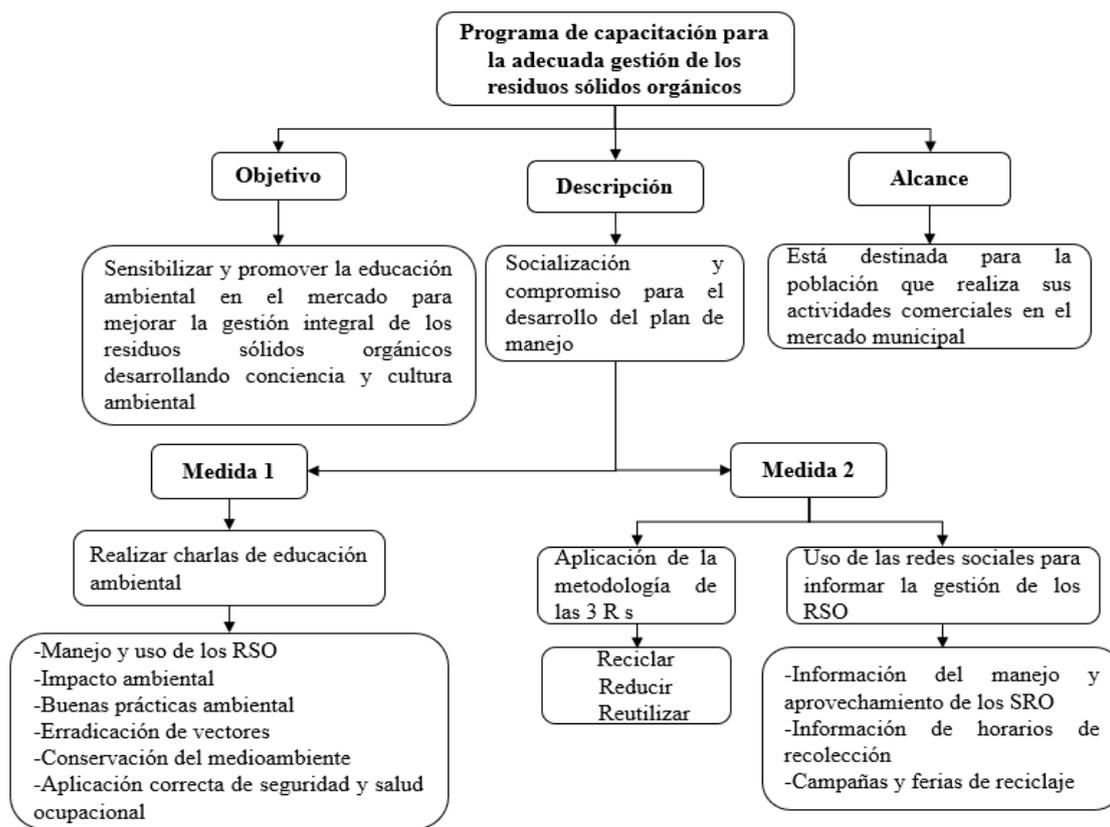


Ilustración 5-1: Diagrama del programa de capacitación.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Objetivo: Sensibilizar, y promover la educación ambiental en el mercado para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos orgánicos desarrollando conciencia y cultura ambiental

Alcance: Esta destinada para la población que realiza sus actividades comerciales en el mercado municipal

Descripción: Socialización y compromiso para el desarrollo del plan de manejo

El GAD municipal del Cantón Pallatanga, a través del departamento de Gestión Ambiental, será la responsable de la formulación y difusión de la capacitación a los comerciantes del mercado municipal, a la población circundante y al personal responsable de la recolección y limpieza. Las capacitaciones en los comerciantes del mercado municipal del Cantón Pallatanga tienen como propósito principal un cambio de actitud en la conducta sobre la conciencia ambiental y el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos, se sugiere realizar una sesión de capacitación cada seis meses para evaluar el progreso, el éxito y el fracaso del programa.

Medida 1: Brindar charlar de educación ambiental con temas sobre el manejo y uso de los residuos sólidos orgánicos, impacto ambiental, buenas prácticas ambientales, el manejo y erradicación de vectores, conservación del medio ambiente y la aplicación correcta de seguridad y salud ocupacional



Ilustración 5-2: Socialización a los comerciantes del mercado.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Medida 2: Colocar carteles en lugares estratégicos del mercado con la metodología de las 3R's (Reciclar, Reducir y Reutilizar) y hacer el uso de las redes sociales con la creación de perfiles que informen a la población sobre la gestión que realiza el GADM de Pallatanga con los residuos sólidos orgánicos.

Actividades

- Información de manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.
- Información de horarios de recolección de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos
- Campañas y ferias de reciclaje
- Elaborar videos que demuestre a la población los beneficios de una adecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos.

5.7.2. Programa de gestión de residuos sólidos orgánicos

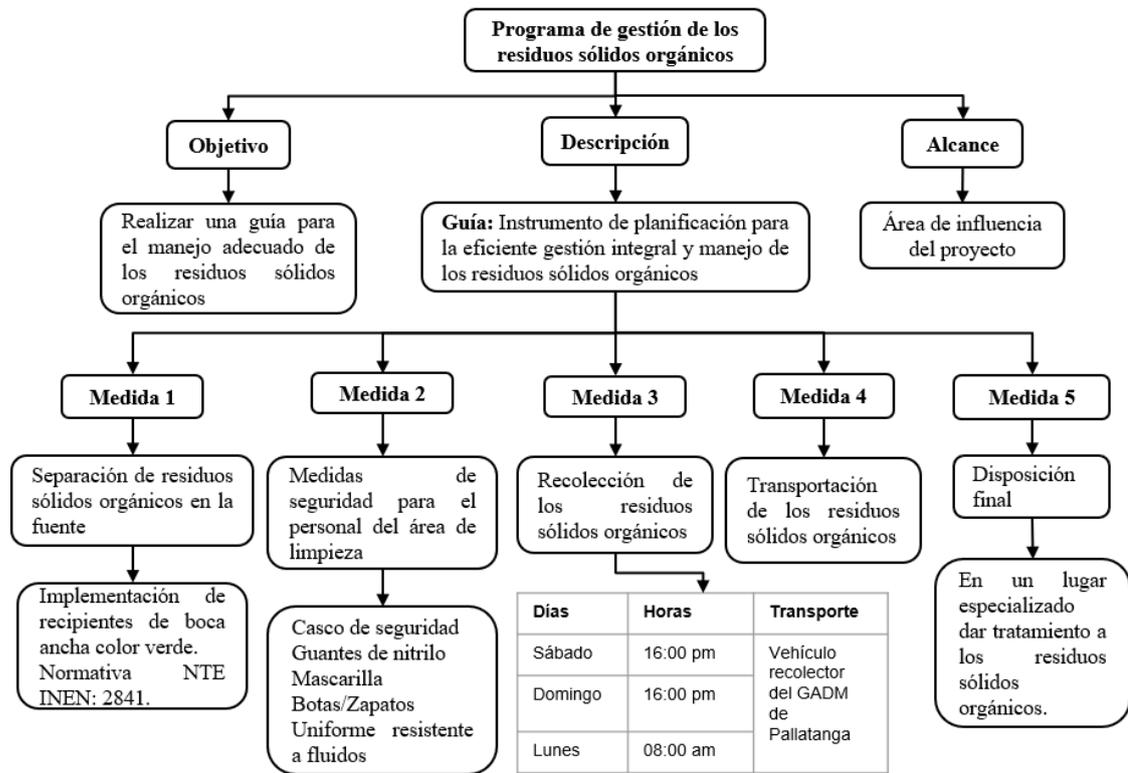


Ilustración 5-3: Diagrama de la Gestión de los Residuos Sólidos Orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Objetivo: Realizar una guía para el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos

Alcance: Área de influencia del proyecto

Descripción: Guía para el manejo de residuos sólidos orgánicos.

Es un instrumento de planificación para los residuos sólidos, que brinda las condiciones necesarias para una adecuada, eficiente gestión integral y manejo de los residuos sólidos orgánicos desde la generación hasta la disposición final.

Medida 1: Separación de residuos sólidos orgánicos en la fuente.

La separación de los residuos sólidos orgánicos debe ser realizada en cada puesto o local comercial, donde el/los comerciantes(s) al finalizar su día laboral depositaran estos residuos en los respectivos recipientes, para lo cual se debe implementar recipientes de boca ancha bien rotulados de color verde para facilitar la clasificación de los residuos orgánicos temporalmente.

Tabla 5-2: Clasificación específica.

TIPO DE RESIDUOS	Orgánico / Reciclable
COLOR DE RECIPIENTE	Verde
DESCRIPCIÓN	Origen biológico, cascaras de frutas, verduras, legumbres, hortalizas, hojas, pasto, entre otros.

Fuente: NTE INEN 284, 2014

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 5-2 se especifica el color de recipiente de almacenamiento temporal para los residuos sólidos orgánicos, como indica la normativa NTE INEN 2841.

Medida 2: Medidas de seguridad para la limpieza del área de trabajo.

El personal encargado de limpieza debe utilizar los equipos de protección requeridos que incluye: casco de seguridad (plástico), guantes de nitrilo, mascarilla, botas (Zapatos) y uniforme resistente a fluidos. Además, el personal de limpieza para realizar sus actividades laborales debe contar con herramientas y recursos necesarios para facilitar su trabajo.



Ilustración 5-4: Equipos de protección.

Fuente: Casafe, 2016

Medida 3: Recolección de los residuos sólidos orgánicos.

Una vez que los residuos sólidos orgánicos han sido separados y depositados correctamente en sus recipientes temporales, deben ser captados por el personal de limpieza asignado por la gestión de higiene y Saneamiento Ambiental, que se encarga de la limpieza del lugar mediante un carro recolector. Los residuos sólidos orgánicos de mercado no deben ser mezclados con otros residuos en el carro recolector, debido a que se van a aprovechar en la elaboración del compost. Para esta actividad se asignan días de recolección específicos como se menciona en la tabla 5-2.

Tabla 5-3: Cronograma para la recolección de residuos sólidos orgánicos.

Horarios de recolección de los Residuos Sólidos Orgánicos		
Días	Hora	Transporte
Sábado	16:00 pm	Vehículo recolector del GADM de Pallatanga
Domingo	16:00 pm	
Lunes	08:00 am	

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 5-3 se presenta el cronograma que se debe aplicar para la recolección de residuos sólidos orgánicos que son generados en el mercado municipal, considerando que las actividades comerciales en el mercado son los fines de semana.

Medida 4: Transportación de los residuos sólidos orgánicos.

La transportación adecuada de los residuos sólidos orgánicos debe ser realizada a través del vehículo recolector que cuenta el GADM de Pallatanga, el mismo que han sido predestinados para este tipo de función.



Ilustración 5-5: Recolector de residuos, Pallatanga.

Fuente: GADM Pallatanga, 2023

Medida 5: Disposición final.

Una vez, que se ha logrado cumplir con los procesos de clasificar, separar en la fuente, recolectar y transportar, los residuos deben ser trasladados para su disposición final, en un lugar especializado para dar tratamiento a los residuos sólidos orgánicos, de esta manera se evita la emisión excesiva de gases contaminantes, lixiviados, partículas al ambiente y el gasto innecesario de transporte hasta la mancomunidad que se encuentra fuera del cantón.

5.7.3. Programa de aprovechamiento y manejo de los residuos sólidos orgánicos

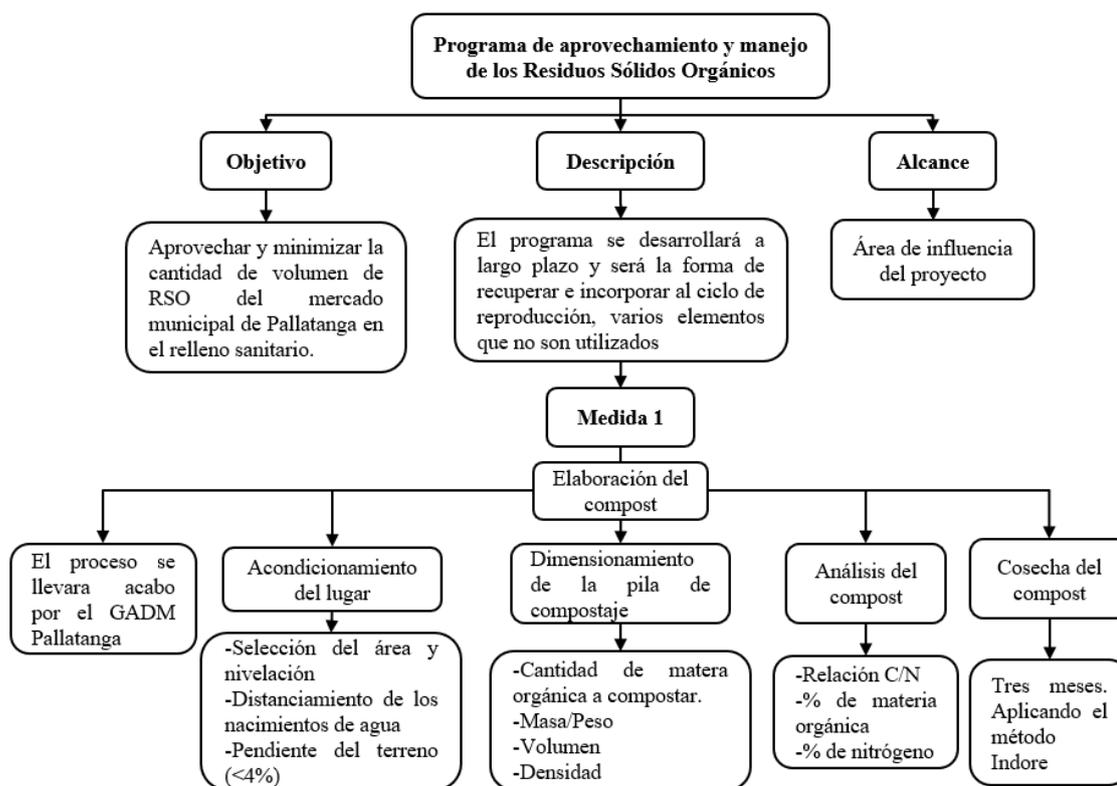


Ilustración 5-6: Diagrama del aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Objetivo: Aprovechar y minimizar la cantidad de volumen de residuos sólidos orgánicos del mercado municipal del cantón Pallatanga en el relleno sanitario.

Alcance: Área de influencia del proyecto.

Descripción: Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

Este programa se desarrollará a largo plazo, el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos será la forma de recuperar e incorporar al ciclo de producción, varios elementos que no son utilizados, de tal forma que se pueda realizar abono orgánico (compost), que generen beneficios sanitarios, ambientales y ahorros económicos, minimizando el impacto ambiental y posibles riesgos a la salud de los comerciantes y personas que visitan el mercado municipal. Además, permitirá reducir el volumen de residuos que son transportados y depositados en el relleno sanitario de la mancomunidad entre los cantones Alausí, Guamote y Colta.

Medida 1: Compostaje



Ilustración 5-7: Elaboración de compost con residuos de mercado.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Proceso que se lleve a cabo por el municipio para disminuir los residuos orgánicos generados mediante el aprovechamiento y la elaboración de un abono orgánico, amigable con el medio ambiente, el cual beneficie al sector agrícola del cantón Pallatanga.

Acondicionar el lugar para el compost

Para la implementación del centro de compostaje es importante seleccionar el área y la nivelación de este, para identificar las condiciones climáticas, distancia al área de producción de residuos, distancia al área donde se aplicará el compost final y pendiente del terreno. Es preferible un área protegida de vientos fuertes, prudente distancia de nacimientos de agua (más de 50 metros) para evitar contaminaciones, y de poca pendiente ($< 4\%$) para evitar problemas de lixiviados y erosión

Para el control de vectores como ratas, moscas, insectos, aves y hormigas, debe construirse un cerramiento al contorno del centro de compostaje, recargar cal y ceniza, untar aceite quemado delimitando el sitio, es importante también ubicar trampas para ratas.

Dimensionamiento de la pila de compostaje

El dimensionamiento para la pila de compostaje se realizó a partir de la cantidad de material (Residuo Sólido Orgánico) a compostar.

(3)

Datos

$$\delta = 290 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 714.85 \text{ kg}$$

Volumen de la compostera

$$V = \frac{P}{\delta}$$

$$V = \frac{714.85 \text{ kg}}{290 \text{ kg/m}^3}$$

$$V = 2.465 \text{ m}^3$$

Dónde:

V= Volumen

P= Peso

δ = Densidad

Tamaño de la compostera

Datos

$$b = 1.5 \text{ m}$$

$$h = 1.5 \text{ m}$$

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$V = A * l$$

$$V = \frac{b * h}{2} * l$$

$$V = \frac{1.5 \text{ m} * 1.5 \text{ m}}{2} * 2.2 \text{ m}$$

$$V = 2.475 \text{ m}^3$$

Dónde

b= Base

l= Longitud

h= Altura

Con la cantidad de materia orgánica a compostar se realizaron pilas de 1.5 metros de ancho y de 1.5 metros de altura. La longitud es de 2.2 metros, esta depende del área y del manejo de la compostera.

Tabla 5-4: Resultado de análisis.

Material	% de Materia Orgánica	% de Nitrógeno	Relación C/N
Residuos Sólidos Orgánicos	35,75	1,36	15,24

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 5-4, se muestran los resultados de los residuos sólidos orgánicos, si presentaran cítricos o algún material en exceso que aporte mayor proporción a cualquiera de los dos elementos es necesario corregir el factor C/N usando la siguiente tabla:

Tabla 5-5: Materiales que aportan Carbono y Nitrógeno

Material Orgánico	Composición Aproximada Base Seca		Relación C/N	% Humedad
	% de Carbono	% de Nitrógeno		
Porcinaza	40	3,1	13	80
Papel periódico	40	0,1	400	5
Residuos de comida	34,95	1,875	19	69
Pulpa de café	40	2	20	60
Restos de fruta	56	1,4	40	80
Cascara de arroz	36	0,3	120	14
Césped cortado	58	3,4	17	82
Hojas verdes	49,8	3,1	16	70
Hojas secas	48,6	0,9	54	38
Gallinaza	45,5	7	7	68,5
Aserrín	40	0,1	400	10
Viruta de madera	40	0,1	400	5
Materia de rechazo	37,68	2,13	18	35

Fuente: Earthgreen, 2010.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Cuando se necesite adicionar algún material al compost se debe realizar los cálculos preliminares para conocer en qué proporción adicionar el nuevo material.

$$R = \frac{Q1(C1X(100 - M1) + Q2(C2X(100 - M2) + Q3(C3X(100 - M3) + \dots}{Q1(N1X(100 - M1) + Q2(N2X(100 - M2) + Q3(N3X(100 - M3) + \dots}$$

Donde

R = Relación C/N de la mezcla de abono.

Qn = Masa del material ("tal cual", o "peso húmedo")

Cn = Carbono (%) de la materia

Nn = Nitrógeno (%) de la materia

Mn = Contenido de humedad (%) de materia

Cosecha de compost: Transcurrido los 3 meses desde el inicio del proceso se pudo cosechar el compost aplicando el método descrito anteriormente.

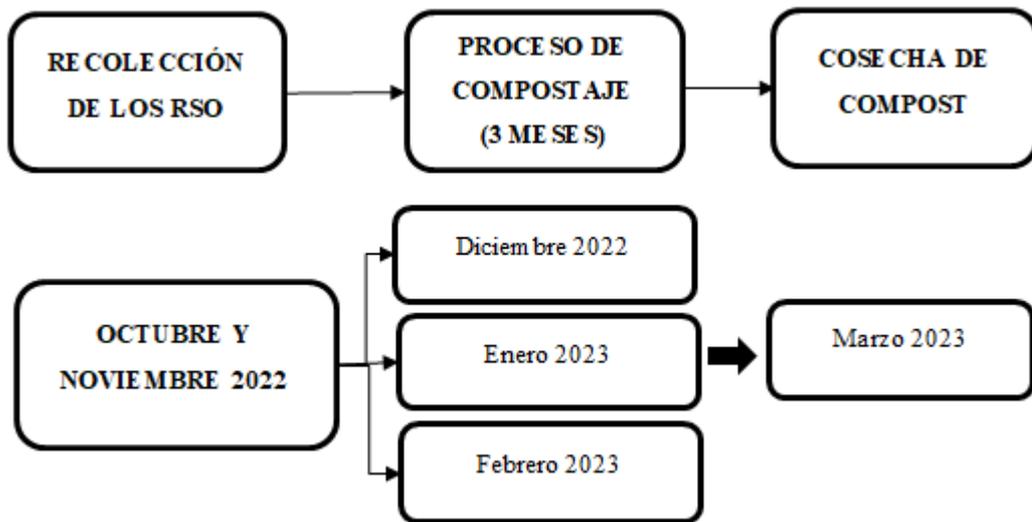


Ilustración 5-8: Esquema cosecha de compost.

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Tabla 5-6: Plan de manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Propuesta para el plan de manejo de los residuos sólidos orgánicos					
Objetivo: Mejorar la gestión de los residuos sólidos orgánicos del mercado municipal, aplicando un plan de gestión sostenible que involucre el control desde la generación en la fuente hasta la disposición final, con el fin de mitigar los efectos negativos producidos al medio ambiente					
Lugar de aplicación: Área de influencia del Proyecto					
Responsable: GADM Pallatanga (Gestión Ambiental) y comerciantes del mercado					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de verificación	Plazo (Meses)
Desecho de residuos	Contaminación ambiental	Gestión de los residuos sólidos orgánicos. Socialización, capacitación y participación de los comerciantes y	$\frac{\# \text{ de comerciantes}}{\# \text{ de invitados}}$	Registro de asistencias Convocatorias	

		autoridades para ejecutar los planes de manejo. Separación de los residuos en la fuente Implementación de composteras			
		Implementar recolectores de color verde para la clasificación de los residuos sólidos orgánicos	$\frac{\# \text{ de recolectores implementados}}{\# \text{ de recolectores planificados}}$	Recolectores bien caracterizados	Desde el inicio del proyecto de compostaje
		Acondicionamiento para realizar el compost	% de alcance de las condiciones propuestas	Implementar infraestructura	
		Dimensión de la compostera	% de cumplimiento de las dimensiones propuestas	Registro de las medidas reales	Semestral
		Manejo en la elaboración del compost	$\frac{\# \text{ de parametros por pila}}{\# \text{ de parametros totales}}$	Check list del monitoreo de los parámetros	Mensual
		Cosecha del compost	Kg de compost	Compost	Tres meses después del proceso y fases del compostaje

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

Dato adicional

Tabla 5-7: Análisis costo en la elaboración del compost.

Costo de producción del compost			
Materia Prima	Residuos sólidos orgánicos	Valor USD = 0 dólares	ALCANSE = 6029.59 Kg
	Rastrojo de leguminosa y aserrín		
Mano de obra	Peón (2 c/semana)	Valor USD = 192 dólares	TIEMPO = 5 meses
	Practicante preprofesional	Valor USD = 480	

Gastos indirectos de fabricación	Computador (2h c/semana)	USD = 1*8 = 8 dólares	COSTO = 842 dólares.
	Herramientas (Trinche, pala, Termómetro)	USD = 36 dólares	
	Flete	USD = 5*8 = 40 dólares	
	Agua	USD = 2*8 = 16 dólares.	
Infraestructura	Vivero (Alquiler)	35 * 2= 70 USD	
Total			USD 842 dólares

Realizado por: Cepeda, M. 2023.

En la tabla 5-7 se describe el costo de producir el compost con los residuos sólidos orgánicos del mercado, el costo total es de \$ 842 dólares, en la cual se consideró la mano de obra y los gastos indirectos de fabricación, mientras que por la materia orgánica no se pagó ningún valor.

CONCLUSIONES

- Se realizó un plan de manejo de residuos sólidos orgánicos a partir de los datos obtenidos que permitirá, mitigar y controlar la contaminación ambiental, para lo cual, el plan de manejo se compone por 3 programas: la gestión de los residuos sólidos orgánicos, el aprovechamiento y manejo de los RSO y la socialización enfocada a la capacitación y educación ambiental de los comerciantes.
- Se cuantificó la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Municipal del Cantón Pallatanga durante dos meses, tomando en cuenta que las actividades comerciales en el mercado se desarrollan los fines de semana (sábado y Domingo), en la cual se obtuvo que la cantidad de residuos producidos es de 6029.59 kg.
- Se elaboró compost a partir de 6750.44 kg de materia orgánica. Para el proceso se aplicó el método Indore como un sistema que está basado para trabajar con volúmenes altos de materia orgánica en un tiempo de descomposición de 3 meses. Finalizado el proceso de compostaje se obtuvo 1173.38 kg de compost tamizado.
- Se verificó la calidad del compost a través de análisis físico químico y microbiológico en la cual se obtuvo 35.74 % de materia orgánica, pH de 8.73 y una conductividad eléctrica de 6,37ms/cm, son los parámetros más representativos que cumple con la normativa NTE INEN 221: 1997 y el manual del INIAP número 89.

RECOMENDACIONES

- Para tratar los residuos orgánicos del mercado mediante compostaje, se debe partir de la materia orgánica libre de contaminantes, por lo que se recomienda una recolección selectiva en los puestos de venta y áreas de almacenamiento.
- Para obtener información para un estudio transversal de los residuos sólidos que se generan en el Mercado se recomienda clasificar y cuantificar al menos durante una semana de cada trimestre del año.
- Tratar los lixiviados que se generan en el proceso de compostaje, en la cual mediante procesos de fermentación se obtenga biol para poder utilizar como abono natural en la fertilización de las plantas.

GLOSARIO

Abono orgánico: Producto resultante de la descomposición biológica de la materia orgánica que al ser incorporado al suelo mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas lo cual se refleja en un incremento de la capacidad productiva del suelo (INEN, 2016, p. 1-9).

Aerobias: Las que requieren oxígeno (Bush,2021, p.1). **Anaerobias:** Las que tiene dificultades para vivir o crecer en presencia de oxígeno **Compost:** Término con el que se designa el abono orgánico procedente de la fermentación controlada, de diversos residuos animales, vegetales o mixtos (INEN, 2016, p.1-9).

Estiércol: Excremento de animales que por su origen y características puede ser utilizado para uso en la agricultura (INEN, 2016, p.1-9).

Humus: Producto de la descomposición y fermentación de la materia orgánica (INEN, 2016, p.1-9).

Macroelementos: Son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en mayores cantidades. En este grupo se incluye el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) (INFOAGRO,2017, p.1).

Mezcla: combinación física de sustancias que retienen sus propiedades pudiendo formar, según sea el caso, formulaciones líquidas o sólidas (INEN, 2016, p.1-9).

Microelementos: Son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en cantidades menores, incluyéndose en este grupo el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y boro (B) (INFOAGRO,2017, p. 1).

Microorganismos: Son seres vivos pequeños que no pueden ser observados a simple vista, típicamente son organismos unicelulares, son considerados esenciales para la vida debido a amplia diversidad y distribución en el planeta (Mayorga & Reyes, 2018, p. 1).

Muestra: Porción o parte de la población de interés, que refleje las mismas características que la población (Díaz, 2016, pp. 7).

pH: En química, el pH es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa (CONTRERAS & ROJAS,2016, p.12).

Residuo Orgánico: Producto que proviene de los desechos de origen animal o vegetal (INEN, 2016, p.1-9).

Suelo: Es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas (INIAP,2015, p.6).

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA GUZMÁN, M. “Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador”. *Revista Internacional de Admisión* [en línea], 2020 (Ecuador) (8), pp. 9-38 [Consulta: 4 febrero 2023], ISSN 2550-6641. Disponible en: <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2407/2199>

ALTAMIRANO F, María., & CABRERA C, Carlos. "Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual". *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*. [En línea]. 2006, Perú. 9 (17), pp. 80–81. [Consulta: 05 febrero 2023]. ISSN 1561–0888. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a10.pdf

Awasti, M. et al., (2018). *Mitigación del potencial de calentamiento global para un compostaje más limpio.* . Singapur : Biosynthetic Technology and Environmental Challenges. Energía, Medio Ambiente y Sostenibilidad, pp.16-22.

BARBARO, Lorena; et al. “Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos”. *Chil. J. agric. Anim. Sci* [En línea], 2019, (Argentina) 35 (2), p. 7. [Consulta: 02 febrero 2023]. ISBN: 0719-3882. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v35n2/0719-3890-chjaasc-00309.pdf>

BASQUEZ, E. *Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050 Banco Mundial* [blog]. 20 septiembre 2018 [Consulta: 23 Febrero 2023]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

BUENROSTRO, O; et al. “Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia México”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 1999, (México) 15(1), p. 6. [Consulta: 21 noviembre 2022]. ISSN 0188-4999. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/32763>

CEDEÑO, Juan; & GALLO, Marco.” Plan de manejo integral de residuos sólidos orgánicos como alternativa de prevención a la salud”. *Polo del conocimiento* [en línea], 2018, (Ecuador) 3(7), p.5.[Consulta: 20 de octubre 2022]. ISSN 2550-682X. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/537/644>

CIIFEN. *Adaptación y Mitigación.* [blog]. 2022. [Consulta: 04 Febrero 2023]. Disponible en: <https://ciifen.org/adaptacion-y-mitigacion/#>.

COETO, Juan. *Importancia de la Granulometría de los Fertilizantes* [blog], 15 de agosto, 2016. [Consulta: 22 enero 2023]. Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Importancia-de-la-Granulometria-de-los-Fertilizantes.pdf>

CHÁVEZ R, Luis M. *Uso de desechos de camal (contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos.* (Tesis pregrado). (Ingeniero Agrónomo). Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida. Sangolquí–Ecuador. 2012, pp. 12–68.

DIAZ, Luís et al. “Tratamiento de suelos mineros mediante co-compostaje con Biochar, estiércol ovino y residuos orgánicos domiciliarios”. *REV. MAMYM* [en línea]. 2020, vol.5, n. (2), pp.11-18 [Consulta: 16 enero 2023], ISSN 2519-5352. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S251953522020000200002&lng=es&nrm=iso.

DOCAMPO ROBERTO. “Compostaje y compost”. *Revista INIA* [en línea], 2013, pp. 1-2. [Consulta: 27 noviembre 2022]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1839/1/128221231213112259.pdf>

DOMINGUEZ GUAL, M. “La contaminación ambiental, un tema con compromiso social”. *Rev. P+L* [en línea], 2015, (Colombia) 10(1), pp.9-21. [Consulta: 15 de noviembre 2022]. ISSN 1909-0455. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001

ESTEBAN NIETO, Nicomedes. “Tipos de investigación”. *Universidad Santo Domingo de Guzmán* [En línea], 2018, (Perú), p. 2. [Consulta: 17-10-2021]. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

FAO. *Manual de compostaje del agricultor.* Santiago de Chile–Chile. pp. 27–31.

GADP, 2017. Geografía de Pallatanga. [En línea] 16 de Enero de 2017. <https://pallatanga.gob.ec/index.php/pallatanga/geografia>.

GARCÍA SEVERÍ, Josep. *Compostabilidad industrial: fases del proceso de compostaje* [blog]. España: 24 mayo 2022. [Consulta: 27 november 2022]. Disponible en: <https://www.aimplas.es/blog/compostabilidad-industrial-fases-del-proceso-de-compostaje/>

GARCÍA R., et al. “Evaluación de la granulometría en la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos urbanos”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 2018, (México) 34(1), pp. 33-42. [25 diciembre 2022]. ISSN 0188- 4999. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/issue/view/4118>

HERNÁNDEZ, Roberto; et al. Metodología de la Investigación. *McGRAW-HILL* [En línea], 2014, (México) 6(1), p. 51. [Consulta: 19-11-2021]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

HURTADO, Jacqueline. Metodología de la investigación. *Quirón Ediciones* [En línea], 2010, (Venezuela) 4(1), p. 710. [Consulta: 28-11-2021]. ISBN: 978-980-6306-66-0. Disponible en: http://emarketingandresearch.com/wp-content/uploads/2020/09/kupdf.com_j-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacioacuten-completo-1.pdf

IBARRA VISCARRA, Yuli Jeniffer, Propuesta de plan de manejo para la gestión de desechos sólidos generados en el mercado municipal del cantón Echeandía, [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ingeniera Ambiental. Ecuador. 2018. p. 24. [Consulta: 2012-10-30]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35145>

INEC, 2014. PALLATANGA-CHIMBORAZO. [En línea] 21 de Febrero de 2014. https://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0608_PALLATANGA_CHIMBORAZO.pdf.

INVERSA. *Compostaje y Lombricultura* [blog]. 2011. [Consulta: 04 Febrero 2023]. Disponible en: <https://inversanet.wordpress.com/2011/06/21/elaboracion-de-ciclos-de-compost/>

JIMÉNEZ, E. *Aspectos físicoquímicos, bioquímicos y microbiológicos del proceso de compostaje. Evaluación de la calidad* [en línea]. Salamanca-España, 2014. [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/92881/1/3%202%20Unidad%20tematica%204.pdf>

JIMÉNEZ, O. Respuesta del compostaje de podas a variables de entrada, método indore modificado (Trabajo de titulación) (Magister). [en línea] UNIVERSIDAD DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL, (Ecuador). 2012. Pp. 45 [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8830/109668.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LEANPIO. *Importancia del compostaje y su impacto ambiental* [blog]. 2019. [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.leanpio.com/es/blog/importancia-del-compostaje-y-su-impacto-ambiental>

LUNA GAONA, Alma. *El proceso de compostaje* [blog]. México: 2 julio, 2019. [Consulta: 27 noviembre 2022]. Disponible en: <https://umamexico.com/el-proceso-del-compostaje/>

MARQUEZ, Oscar; et al. Definición de alternativas viables y sostenibles para la gestión y aprovechamiento de residuos alimenticios provenientes de diferentes fuentes generadoras de residuos orgánicos en el municipio de Cajica – Cundinamarca, [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) corporación universitaria minuto de dios sede virtual y a distancia facultad de ciencias empresariales especializaciones bogota d.c. Bogotá (Colombia). 2019. pp. 14-15. [Consulta: 2022-10-23]. Disponible en: <https://repository.uniminuto.edu/xmlui/bitstream/handle/10656/8053/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MAZZARINO, María; et al. *Indicadores de estabilidad, madurez y calidad de compost.* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Orientación Gráfica, 2012. [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://asacomp.com.ar/wp-content/uploads/2021/12/Mazzarino-et-al-2012-Libro-compost-Indicadores.pdf>

MENDOZA JUÁREZ; & MARCOS ANTONIO. *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura* [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Piura, Peru.2012. pp. 19-20. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en: https://pirhua.udpep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_515.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAATE). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales* [en línea]. Calle Madrid 1159 y Andalucía Quito, Ecuador, 2020.

[Consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>

NTE INEN 209. *Fertilizantes y productos afines. Definiciones* [En línea]. Quito-Ecuador: Norma técnica ecuatoriana, 2016. pp.1-9. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_209.pdf

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL DEL PERÚ (OEFA). *La fiscalización ambiental en residuos sólidos* [en línea]. Lima- Perú: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA); Minam, 2014. [consulta: 1 de noviembre 2022]. Disponible en: <http://library.lol/main/0269BB185AA52AA772CF1C377914F627>

OTERO, Alfredo. *Enfoques de investigación* [Blog]. Agosto, 2018. [Consulta: 27-11-2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION.

PALACIOS ANZULES, Ítalo; & MORENO CASTRO, Denny. “Contaminación ambiental”. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento* [en línea], 2022, (Ecuador) 6(2), p.3. [Consulta: 28 noviembre 2022]. ISSN 2588-073X. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/1545/1979>

PUERTA, Silvia, “Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos”, *Lasallista de investigación* [en línea], 2004, 1(1), p.2. [Consulta: 20 de octubre 2022]. ISSN 1794-4449. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69511009.pdf>

QUISHPE L, Diego., & SUQUILANDA V, Manuel. *Evaluación de tres mezclas de desechos biodegradables inoculados con tres dosis de microorganismos efectivos en la elaboración de compost. Cayambe–Pichincha.* (Tesis Pregrado). (Ingeniero Agrónomo). Universidad central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Cayambe–Ecuador, 2008, pp. 3–10.

RIVAS, Magalys; & Silva, Ramón. “Calidad física y química de tres compost, elaborados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (*Eichhornia Crassipes*)” *Revista Ciencia UNEMI* [en línea], 2019, (Venezuela) 13 (32), pp.7-8. [Consulta: 02 febrero 2023]. ISBN: 2528-7737. Disponible en: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1007/1015>

ROMÁN, Pilar; et al. Manual de compostaje del agricultor [blog]. Chile: 2013. [Consulta: 17 de diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

RUIZ, Lucia. La generación de desechos sólidos como herramienta de mitigación climática, el caso de Latacunga, Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). (Proyecto) FLACSO, Ecuador 2020.p. 7 [Consulta: 2022-11-06]. Disponible en: https://www.flacso.edu.ec/cambioclimatico/wp-content/uploads/2021/04/PICC_Latacunga_web.pdf

SALINAS, Claudia; et al. *Manual de compostaje para zonas frías* [blog]. Punta Arenas, CHILE, 2018. [Consulta: 04 Febrero 2023]. Disponible en: <https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/Manual-de-Compostaje.pdf>

SEGURA, Ángela; et al. “Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos”. *Revistaespacios* [en línea], 2020, (Colombia) 41(17), p. 1. [Consulta: 15 de noviembre 2022]. ISSN 0798-1015. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

Sharma, A., et al. 2017. *Composting of organic wastes: Status and prospects*. s.l. : Journal of Cleaner Production, pp. 174.

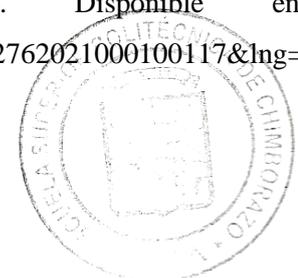
VARGAS PINEDA, O; et al. “El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento”. *Orinoquia* [en línea], 2019, (Colombia)23(2), p. 2. [Consulta:16 noviembre 2022]. ISSN 2011-2629. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v23n2/0121-3709-rori-23-02-123.pdf>

VILAS, Alejandro. *Guía de compostaje*. [blog]. Buenos Aires, Argentina, 2016. [Consulta: 04 febrero 2023]. Disponible en: <https://puntocompost.wordpress.com/productos/>.

VARGAS-RESTREPO, Carlos Mario et al. “Gestión del manejo de residuos sólidos: un problema ambiental en la universidad”. *Pensam. gesto* [en línea]. 2021, (50), pp.117-152 [Consulta: 12 febrero 2023], ISSN 1657-676. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S165762762021000100117&lng=en&nrm=iso.



Handwritten signature in blue ink, likely belonging to Carlos Mario Vargas-Restrepo, with the name 'Castillo' visible below it.



ANEXOS

ANEXOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ANEXO A: CAPACITACIÓN A LOS COMERCIANTES



Capacitación comerciantes sección A



Capacitación comerciantes sección B

ANEXO B: TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS



Transporte de los residuos en camioneta Mazda

ANEXO C: CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS



Cuantificación de los RSO en Kg



Residuos Sólidos Orgánicos

ANEXO D: ELABORACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DEL PROCESO DEL COMPOSTAJE



Elaboración de la pila de compostaje



Registro de temperatura, humedad y volteo en el compostaje

ANEXO E: PESO DEL COMPOST Y LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE CUARTEO



Peso del compost obtenido, como muestra global



Selección de muestras aplicando el método de cuarteo

ANEXO F: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL COMPOST EN LABORATORIO



Análisis físico químico



Análisis Granulométrico del compost



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 30 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Marco Vinicio Cepeda Caguano
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos naturales
Carrera: Recursos Naturales Renovables
Título a optar: Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1212-DBRA-UTP-2023