



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**“APROVECHAMIENTO DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST
EN LA CIUDAD EL EMPALME – PROVINCIA DEL GUAYAS, AÑO
2014”**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
Ingeniera en Gestión Ambiental

AUTORA:

Gissella Concepción Mora Hidalgo

DIRECTOR:

Ing. Oscar Prieto Benavides

QUEVEDO - ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Mora Hidalgo Gissella Concepción**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Mora Hidalgo Gissella

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. Prieto Benavides Oscar, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Srta. Mora Hidalgo Gissella Concepción, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental titulada **“Aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos para la Elaboración de Compost en la ciudad El Empalme – Provincia del Guayas, Año 2014”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Prieto Benavides Oscar
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental.

Aprobado:

Ing. Julio Pazmiño Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Luis Mora Andrade
Miembro del Tribunal de Tesis

Ing. Darwin Salvatierra Piloza
Miembro del Tribunal de Tesis

QUEVEDO – ECUADOR
2015

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por permitirme haber llegado hasta esta etapa de mi vida.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por recibirme en sus aulas de clase en especial a la Facultad de Ciencias Ambientales en la que he podido culminar esta gran he importante etapa.

A mis padres y hermanos, por su apoyo, su amor y paciencia que me brindaron a lo largo de mis estudios.

Un agradecimiento especial, a mi esposo José Zambrano Loor, por su apoyo, paciencia y dedicación que me brindo durante todos mis estudios universitarios.

A mi director de tesis, Ing. Prieto Benavides Oscar, por sus observaciones y correcciones que ayudaron a mejorar mi trabajo y por todo el apoyo brindado a lo largo de la investigación.

Finalmente agradezco a mis compañeros de clases, Natalia, Favio, Abigail, Ana, Luisa, en especial a Maryi Solórzano, porque su amistad va más allá de un simple apoyo y compañía.

DEDICATORIA

A mi esposo JOSÉ que ha sido el pilar principal durante toda mi carrera, a él que prefirió sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, por su amor incondicional, su paciencia, y su apoyo constante.

Tu mi niña linda que viniste a llenar mi mundo de alegrías, angustias y preocupaciones, gracias a ti obtuve mi primer título importante el de “MAMÁ” a ti esta tesis ASHLY.

Gissella Mora Hidalgo

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
TRIBUNAL DE TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXO	xiv
DUBLIN CORE	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL	
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Hipótesis	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Fundamentación teórica.....	5
2.1.1. Definición de residuos sólidos.....	5
2.1.1.1. Residuo sólido urbano	5
2.1.1.2. Clasificación de los residuos sólidos urbanos.....	5
2.1.1.3. Característica de los residuos sólidos urbanos.....	6
2.1.1.3.1. Características físicas.....	6
2.1.1.3.2. Características químicas.....	7
2.1.1.3.3. Características biológicas.....	7
2.1.1.4. Análisis elemental de los componentes de residuos sólidos	7

2.1.1.5. Fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos	8
2.1.1.6. Contaminación por los residuos sólidos urbanos.....	8
2.1.2. Cantidad de residuos sólidos generados	9
2.1.2.1. Tasa per cápita de residuos sólidos.....	9
2.1.3. Sistema de gestión integral de residuos sólidos	10
2.1.3.1. Generación de los residuos	10
2.1.3.2. Manipulación y separación de residuos	11
2.1.3.3. Recolección	11
2.1.3.4. Transferencia y transporte	11
2.1.3.5. Tratamiento y transformación	11
2.1.3.6. Deposición final	12
2.1.4. El compost.....	12
2.1.4.1. Compostaje de residuos sólidos urbanos	12
2.1.4.1.1. Compostaje aerobio.....	13
2.1.4.2. Parámetros de seguimiento en un compostaje	13
2.1.4.2.1. Temperatura.	13
2.1.4.2.2. Aireación.....	16
2.1.4.2.3. Humedad.	17
2.1.4.2.4. pH.	17
2.1.4.2.5. Tamaño de partículas.	17
2.1.4.2.6. Relación carbono / nitrógeno (C/N).	18
2.1.4.3. Sistemas de compostaje.....	19
2.1.4.3.1. Sistemas abiertos.	19
2.1.4.3.2. Sistemas cerrados.	20
2.1.4.4. Grado de descomposición o degradación del material	20
2.2. Marco legal.....	21
2.2.1. Constitución de la república del Ecuador 2008.....	21
2.2.2. Ley orgánica de salud.....	22
2.2.3. COOTAD	22
2.2.4. Código orgánico integral penal.....	22
2.2.5. Ley de gestión ambiental.....	23
2.2.6. Acuerdo ministerial 028	24
2.2.7. Ordenanza municipal del cantón El Empalme	26

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos.....	28
3.1.1. Localización de la zona de investigación.....	28
3.1.2. Materiales.....	29
3.1.2.1. Materiales de campo.....	29
3.1.2.2. Materiales de oficina.....	29
3.1.3. Métodos.....	30
3.2. Tipo de investigación	30
3.3. Diseño de la investigación	30
3.3.1. Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos.	31
3.3.1.1. Entrevista.....	31
3.3.1.2. Encuesta.....	31
3.3.1.3. Observación directa.....	32
3.3.2. Caracterización de la fracción orgánica.....	32
3.3.2.1. Producción per-cápita y generación de la fracción orgánica.....	33
3.3.2.2. Volumen de la fracción orgánica.....	33
3.3.3. Elaboración del compost (escala piloto).	34
3.3.3.1. Datos registrados del compost	35
3.3.4. Propuesta de un diseño para el proceso de compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos	35
3.4. Población y muestra	36

CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	38
4.1.1. Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos	38
4.1.1.1. Resultado de la entrevista	38
4.1.1.2. Resultado de la encuesta	39
4.1.1.3. Resultado de la observación directa.....	43
4.1.2. Resultado de caracterización de la fracción orgánica	43
4.1.2.1. Cálculo de la producción per-cápita y generación de la fracción orgánica.....	47
4.1.2.2. Volumen de la fracción orgánica.....	47
4.1.3. Compost de la fracción orgánica biodegradable escala piloto.....	47
4.1.3.1. Temperatura de las pilas del compost	48

4.1.3.2. Porcentaje de humedad del compost.....	49
4.1.3.3. Contenido nutrimental del compost.....	50
4.1.3.3.1. Contenido de materia orgánica (M.O).....	50
4.1.3.3.2. Contenido de relación C/N.....	51
4.1.3.3.3. Contenido de potencial de hidrogeno pH.....	52
4.1.3.3.4 Contenido de nitrógeno total, fosforo, y potasio.....	53
4.1.3.4. Rendimiento del proceso de compostaje	544
4.2. Propuesta.....	55
4.2.1. Presentación.....	55
4.2.2. Introducción	55
4.2.3. Diseño del área de compostaje	56
4.2.3.1. Longitud de la unidad de compostaje	56
4.2.3.2. Tiempo de compostaje.....	56
4.2.3.3. Área de compostaje	57
4.2.4. Tratamiento de los lixiviados	58
4.2.5. Control del compost.....	60
4.2.5.1. Valores referenciales para determinar las concentraciones de cada parametro considerado	62
4.2.6. Madurez del compost	63
4.2.7. Requerimiento de maquinarias, equipos y materiales en una planta de compostaje	64
4.2.7.1. Costes de inversión de la planta de compostaje mecanizada.....	66
4.2.7.2. Análisis de costes por kilogramo de compost.	67
4.3. Discusión	68
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones	73
5.2. Recomendaciones	75
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. LITERATURA CITADA	77
CAPÍTULO VII. ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Páginas
Cuadro 1. Clasificación de los desechos sólidos	6
Cuadro 2. Datos Típicos sobre el Análisis Elemental	8
Cuadro 3. Resultado de la encuesta	42
Cuadro 4. Distribución de las viviendas	44
Cuadro 5. Peso diarios por zonas	44
Cuadro 6. Cantidad total de fracción orgánica caracterizada (kg).....	46
Cuadro 7. Contenido de materia orgánica durante el compostaje	50
Cuadro 8. Contenido de la relación C/N durante el compostaje	51
Cuadro 9. Valor del pH durante el compostaje.....	52
Cuadro 10. Contenido de N _t , P, K durante el compostaje	53
Cuadro 11. Disponibilidad de kg.t ⁻¹ en cada muestra	54
Cuadro 12. Cantidad inicial y final del material compostado	54
Cuadro 13. Contaminantes y su concentración en las aguas lixiviadas	59
Cuadro 14. Control del compost.....	60
Cuadro 15. Valores referenciales de cada parámetro.....	62
Cuadro 16. Valores límites de la concentración de metales pesados	63
Cuadro 17. Grados de madures del compost	63
Cuadro 18. Maquinarias mecanizadas dentro del proceso del compost	64
Cuadro 19. Equipos indispensables en el proceso del compost	65
Cuadro 20. Materiales utilizados en la construcción de la planta	65
Cuadro 21. Costes de inversión de plantas de compostaje mecanizadas	66
Cuadro 22. Análisis de costes por kilogramo de compost	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Páginas
Figura 1. Mapa de Ubicación del cantón El Empalme.....	28
Figura 2. Secuencia de volteos de pilas.....	58
Figura 3. Estructura del área para evacuar los lixiviados.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICO

Contenido	Páginas
Gráfico 1. Cantidad de fracción orgánica por zona.....	45
Gráfico 2. Cantidad de fracción orgánica caracterizada	46
Gráfico 3. Temperatura registrada durante el proceso de compostaje	48
Gráfico 4. Variación del contenido de humedad (%) del compost.....	49
Gráfico 5. Contenido de materia orgánica durante el compostaje	50
Gráfico 6. Contenido de relación C/N durante el compostaje	51
Gráfico 7. Valor del pH de las tres pilas del compost.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Páginas
Anexo N° 1. Diseño de la entrevista.....	85
Anexo N° 2. Diseño de la Encuesta	87
Anexo N° 3. Formato de la Guía de Observación directa.....	89
Anexo N° 4. Rutas de recolección de los desechos sólidos.....	90
Anexo N° 5. Ficha de registro diario de la fracción orgánica.....	91
Anexo N° 6. Temperatura (°C) diarias en las tres pilas de compost	92
Anexo N° 7. Análisis de los tres elementos utilizados como mezcla para el compost en estudio.....	93
Anexo N° 8. Análisis del proceso de compostaje realizado cada mes	94
Anexo N° 9. Cálculos de la Relación C/N para las tres pilas.....	98
Anexo N° 10. Fracción orgánica caracterizada en las viviendas.....	104
Anexo N° 11. Peso diario de residuos sólidos en cada zona	105
Anexo N° 12. Peso de fracción orgánica caracterizada por fracción	110
Anexo N° 13. Actividades realizadas durante la investigacion	111

(DUBLIN CORE) ESQUEMAS DE CODIFICACIÓN

1	Titulo/Title	M	“Aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos para la Elaboración de Compost en la ciudad El Empalme – Provincia del Guayas. Año 2014”
2	Creador/Creator	M	Mora, G.; Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
3	Materia/Subject	M	Ciencias Ambientales. Aprovechamiento de fracción orgánica.
4	Descripción/Description	M	La presente investigación se realizó en la ciudad El Empalme, el objetivo principal de la misma consistió en aprovechar la fracción orgánica de los residuos sólidos para la elaboración de compost de la ciudad El Empalme. En los objetivos específicos se planteó: Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos; Caracterizar cuantitativamente la generación de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos; Ensayar el compostaje de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos a escala piloto y Proponer un diseño para el proceso de compostaje de los residuos sólidos de la ciudad de El Empalme.
5	Editor/Publisher	M	FACAMB; Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental; Mora, G.
6	Colaborador/Contributor	O	Ing. Oscar Prieto Benavides
7	Fecha/Date	M	Agosto /2015
8	Tipo/Type	M	Tesis de grado.
9	Formato/Format	R	.doc MS Word 2010; .pdf
10	Identificador/Identifier	M	http://biblioteca.uteq.edu.ec
11	Fuente/Source	O	Investigación Ambiental.
12	Lenguaje/Language	M	Español
13	Relación/Relation	O	Ninguno
14	Cobertura/Coverage	M	Localización geoespacial
15	Derechos/Rights	M	Ninguno
16	Audiencia/Audience	O	Tesis de Pregrado/ BachelorThesis

RESUMEN EJECUTIVO

En la ciudad El Empalme se genera cerca de 27 toneladas/días de fracción orgánica por lo que representa una gran pérdida de material para realizar abono orgánico como lo es el compost. La presente investigación se realizó con la finalidad de aprovechar la fracción orgánica de los residuos sólidos para la elaboración de compost. En primera fase se realizó un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos, la cual se llevó acabo por medio de encuestas, entrevista a dos funcionarios públicos de GAD municipal del cantón El Empalme, y la observación directa sobre el manejo y situación actual de los residuos sólidos. Para la caracterización cuantitativa de la fracción orgánica de los residuos sólidos, se procedió a entregar dos fundas negras codificadas para la colocación de los residuos sólidos para lo cual las personas estaban ya capacitadas solo para separar la fracción orgánica, luego de esto se procedió a pesar la fracción orgánica para poder hacer el cálculo matemático de la producción per-cápita de dicha fracción lo cual representa un 0,49 kg/hab*día. Los resultados demostraron un aprovechamiento óptimo de la fracción orgánica para las tres pilas; en este contexto los análisis realizados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue se desprende que el compost no tuvo variación significativa en cuanto a los elementos analizados, la cantidad final de compost es de 584,36 kg, con una temperatura final $< 15^{\circ}\text{C}$ para las tres pilas. Teniendo como base los resultados a escala piloto se propone un diseño para el aprovechamiento total de la fracción orgánica de los residuos sólidos. El diseño establece la necesidad de los equipos, los recursos, los materiales y el presupuesto para el cumplimiento y realización de las diferentes acciones que deban desarrollarse a lo largo del proceso de compostaje. En la presente investigación se concluye que el aprovechamiento de la fracción orgánica representa un valor económico y ambiental para la ciudad El Empalme.

ABSTRACT

In the city El Empalme about 27 tons / day of organic waste and thus represents a great loss of material for organic fertilizer such as the compost is generated. This research was conducted in order to take advantage of the organic fraction of solid waste for composting. A diagnosis of the current situation of the management of solid waste was conducted in the first phase, which was I just through surveys, interviews two officials of the municipal GAD El Empalme, and direct observation on the management and current situation solid waste. For the quantitative characterization of the organic fraction of solid waste, we proceeded to deliver two black cases coded for placement of solid waste for which people were already trained only to separate the organic fraction, after this we proceeded despite the organic fraction to make the mathematical calculation of the per capita production of that fraction which represents a 0.49 kg / person * day. The results showed the optimum use of organic waste for the three stacks; of the analyzes performed on the Pichilingue Tropical Experimental Station shows that the compost had no significant variation in the elements analyzed, the final amount of compost is 584.36 kg, with a final temperature $<15^{\circ}\text{C}$ for the three stacks . On the basis of pilot-scale results it proposed a design for the full utilization of the organic fraction of solid waste. The design provides the necessary equipment, resources, materials and budget for enforcement and implementation of the various actions to be developed over the composting process. In this research it is concluded that the use of organic waste represents an economic and environmental value to the city El Empalme.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos también conocido como desechos sólidos son aquellos objetos que han dejado de desempeñar la función para la cual fueron creados, y se considera que ya no sirven porque no cumplen su propósito original, y a su vez son eliminados sin darle el tratamiento correspondiente (García y Aburto, 2003).

El compost es la degradación biológica controlada del material orgánico, al que se llega por biotecnologías de bajo coste, que nos permiten mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural. Puede ser clasificado como un fertilizante orgánico sumamente útil en la mejora de los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos (Szterm y Pravia, 2005).

Uno de los problemas más usuales que presenta hoy en día la ciudad “El Empalme”, está relacionada directamente con el manejo de los residuos sólidos, esto se debe al poco interés que le dan los entes gubernamentales al tema. El problema no solo afecta al hombre sino que también a su entorno, especialmente en el sector de salud pública y destrucción de los bienes y servicios ambientales.

Según Zambrano (2013), la generación de la fracción orgánica en el año 2013 alcanzó el 75% del total de los residuos. El no aprovechar tales residuos implica que los rellenos sanitarios disminuyan su vida útil provocando así conflictos ambientales, sociales y a su vez la pérdida de recursos económicos.

La importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos empieza a adquirir una mayor dimensión por el acelerado crecimiento urbanístico y la necesidad de reutilizar materias primas desechadas, por tal motivo la realización del presente proyecto cuyo tema central es el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos para la elaboración de compost en la ciudad El Empalme.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Aprovechar la fracción orgánica de los residuos sólidos para la elaboración de compost de la ciudad El Empalme.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de El Empalme.
- Caracterizar cuantitativamente la generación de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos en la ciudad de El Empalme.
- Elaborar el compostaje de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos a escala piloto.
- Proponer un diseño para el proceso de compostaje de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos en la ciudad de El Empalme.

1.3. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula: El aprovechamiento de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos mediante la técnica del compostaje es una alternativa viable para el manejo de la basura en la ciudad de El Empalme.

Hipótesis Alternativa: El aprovechamiento de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos mediante la técnica del compostaje NO es una alternativa viable para el manejo de la basura en la ciudad de El Empalme.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Definición de residuos sólidos

Es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene más función para la actividad para lo que fue generado (Vesco, 2006).

2.1.1.1. Residuo sólido urbano

Según Moreno y Herrero (2007), dentro del término de residuos sólidos urbanos, se pueden englobar materiales de diversas naturalezas, entre los que se destacan:

- **Fracción orgánica.** Resto de comida, de jardinerías y otros materiales fermentables.
- **Vidrio.** Botellas, envases de alimentos.
- **Papel y cartón.** Periódicos, cajas de cartón y papel en general.
- **Plásticos.** Envases, embalajes y elementos de otra naturaleza.
- **Textiles.** Ropa, vestidos y elementos decorativos del hogar.
- **Metales.** Latas, utensilios, restos de herramientas, etc.
- **Madera.** En forma de muebles mayoritariamente.
- **Escombros.** Procedentes de pequeñas obras o reparaciones domésticas.

2.1.1.2. Clasificación de los residuos sólidos urbanos

Para Bustos (2009), la clasificación de los desechos sólidos no es uniforme en todos los países, una clasificación más detallada podemos observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de los desechos sólido, 2015.

Tipos	Clases	Ejemplos
Domésticos y comerciales	Orgánicos (combustibles)	Restos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, goma, cuero, madera y desechos de jardín.
	Inorgánicos (incombustibles)	Vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales, suciedad. Artículos voluminosos, línea blanca, pilas y baterías
Institucionales	Especiales	Aceites y cauchos generados por los automóviles
	Igual a los domésticos y comerciales	Se generan en instituciones gubernamentales, escuelas, hospitales y cárceles.
Construcción y demolición	Construcción	Ladrillos, hormigón, piedras, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad.
	Demolición	Similar a los desechos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.
Servicios municipales	Difusos	Limpieza zonas de recreo, paisajismo. Vehículos abandonados y animales muertos.
Plantas	Plantas de tratamiento e incineración	Fangos provenientes del tratamiento de aguas residuales. Cenizas, vidrio, cerámica, metales, madera.
Industriales		Desechos de plantas de procesos industriales chatarra, desechos especiales y peligrosos.
Agrícolas y pecuarios		Desechos de cultivos y estiércol generado por la ganadería de leche y engorde.

Fuente: Bustos, 2009

2.1.1.3. Característica de los residuos sólidos urbanos

Para Berent y Vedoya (2005), las características de los residuos sólidos deben tenerse en cuenta para el desarrollo y el diseño de sistemas de gestión de residuos y sus instalaciones de tratamiento.

2.1.1.3.1. Características físicas

Las características físicas más importantes de los residuos sólidos urbanos incluyen: peso específico, contenido de humedad, tamaño, y distribución de partículas (Rollandi, 2006).

2.1.1.3.2. Características químicas

Para Cabildo (2010), es importante conocer las características químicas de los residuos sólidos urbanos (RSU), como los son el poder calorífico, potencial de hidrogeno, porcentajes de cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, potasio, calcio, fosforo, y relación C/N para evaluar las opciones de tratamiento y recuperación.

2.1.1.3.3. Características biológicas

Según Cerrato (2006), las propiedades biológicas son importantes para la tecnología de la digestión aerobia/anaerobia en la transformación de RSU en energía y en productos finales beneficiosos. Las características que el autor menciona son los microorganismos (bacterias, hongos, virus, etc.) y agentes patógenos.

2.1.1.4. Análisis elemental de los componentes de residuos sólidos

El análisis elemental de los residuos normalmente implica la determinación del porcentaje de carbono (C), hidrogeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) y ceniza. Debido a la preocupación acerca de la emisión de compuestos clorados durante la combustión, frecuentemente se incluye la determinación de halógenos en el análisis elemental. Los resultados del análisis elemental se utilizaran para caracterizar la composición química de la materia orgánica en los RSU. También se usan para definir la mezcla correcta de materiales residuales necesarias para conseguir relaciones C/N aptas para los procesos de conversión biológica. Los datos típicos sobre el análisis elemental de los componentes combustibles en los RSU domésticos se representan en el cuadro 2 (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Cuadro 2. Datos Típicos sobre el Análisis Elemental de los Componentes Combustibles en los RSU Domésticos, 2015.

Porcentajes en peso (base seca)						
Componentes	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre	Cenizas
Orgánicos						
Residuos de comida	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4	5,0
Papel	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6,0
Cartón	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Plásticos	60,0	7,2	22,8	—	—	10,0
Textiles	55,0	6,6	31,2	4,6	0,15	2,5
Goma	78,0	10,0	—	2,0	—	10,0
Cuero	60,0	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0
Residuos de jardín	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3	4,5
Madera	49,5	6,0	42,7	0,2	0,1	1,5
Inorgánicos						
Vidrio	0,5	0,1	0,4	<0,1	—	98,9
Metales	4,5	0,6	4,3	<0,1	—	90,5
Suciedad, cenizas, etc.	26,3	3,0	2,0	0,5	0,2	68,0

Fuente: Tchobanoglous *et al.*, (1994).

2.1.1.5. Fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos

Los componentes que constituyen la fracción orgánica de los RSU son: residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, goma, cuero, residuos de jardín y madera. Pueden reciclarse todos estos materiales, bien separadamente o bien de forma no seleccionada. La elección del método de recuperación estará controlada por el uso del material o producto final. Las posibilidades de reutilización y reciclaje para los materiales de la fracción orgánica de los RSU son la producción de: compost, metano, compuestos orgánicos, y combustibles derivados de residuos (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

2.1.1.6. Contaminación por los residuos sólidos urbanos

Para Zuñiga (2009), el termino contaminación se refiere a la introducción o incremento anormal de sustancias que puedan ejercer un efecto dañino sobre los organismos en los ecosistemas. A veces la contaminación es de origen

natural, pero en general, está relacionada con la actividad del hombre, que en su búsqueda de supervivencia y bienestar, dispersa sustancias agresivas, algunas de las cuales pueden ser transformadas por los organismos vivos (biodegradables) y otras son persistentes (no biodegradables).

La población del Ecuador según el Censo de Población y Vivienda del año 2010 era de 14.483,499 millones de habitantes, registrándose que un 77% de los hogares elimina la basura a través de carros recolectores y el restante 23% la elimina de diversas formas, así por ejemplo la arroja a terrenos baldíos o quebradas, la quema, la entierra, la deposita en ríos, acequias o canales, entre otros (PNGIDS Ecuador, 2010).

Los tres principales factores que se ven afectados por la contaminación de los residuos sólidos son: la atmosfera, el suelo y el agua, en algunos casos teniendo consecuencias graves para la salud humana.

2.1.2. Cantidad de residuos sólidos generados

Muñoz (2008), mencionan que es de vital importancia tener el conocimiento sobre la cantidad generada de residuos sólidos. Esta se determina con la siguiente ecuación.

$$CRS = TPC * P_0$$

Dónde:

CRS= Cantidad de Residuos Sólidos

TPC = Tasa Per cápita

P₀= Población

2.1.2.1. Tasa *per cápita* de residuos sólidos

La producción específica o tasa de generación per cápita de residuos (PPC) es la cantidad media de residuos producido (kg o t) en un periodo determinado

(día o año), se expresa en kilogramos por habitantes por día (kg/hab*día). Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo (Muñoz, 2008).

$$\text{PPC} = \frac{\text{Peso registrado en un período día (kg/día)}}{\text{Número de habitantes (hab)}}$$

2.1.3. Sistema de gestión integral de residuos sólidos

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) se define como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos. La GIRS también se desarrolla de acuerdo a las leyes y normativa implantadas en una determinada localidad (Tchobanogous *et al.*, 1998).

Para Tchobanogous *et al.*, (1998), las actividades asociadas a la GIRS, desde la generación hasta la evacuación final, se los puede agrupar en seis elementos funcionales:

- Generación de los residuos.
- Manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en origen.
- Recolección.
- Transferencia y transporte.
- Tratamiento y transformación de residuos sólidos.
- Disposición final.

2.1.3.1. Generación de los residuos

Abarca las actividades en las que los materiales son identificados como si no tuviesen algún valor adicional, y son arrojados o recogidos juntos para la evacuación (Tchobanogous *et al.*, 1998).

2.1.3.2. Manipulación y separación de residuos

Involucran las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que éstos son colocados en contenedores de almacenamiento para la recolección (Tchobanogous *et al.*, 1998).

2.1.3.3. Recolección

Este elemento funcional incluye no solamente la recolección de residuos sólidos y de materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales, después de la recolección, al lugar donde se vacía el vehículo de recolección. Este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, una estación de transferencia o un relleno sanitario (Tchobanogous *et al.*, 1998).

2.1.3.4. Transferencia y transporte

Según (Tchobanogous *et al.*, 1998), este elemento funcional comprende dos pasos:

- a) La transferencia de residuos desde un vehículo de recolección pequeño hasta un equipo de transporte más grande.
- b) El transporte subsiguiente de los residuos, normalmente a través de grandes distancias, a un lugar de procesamiento o evacuación.

2.1.3.5. Tratamiento y transformación

El tratamiento, es la etapa donde los residuos son separados, procesados y transformados. La separación, que puede ser mecánica o manual, tiene como objetivo la obtención de dos subproductos, el primero valioso y el segundo de rechazo que tiene como destino el vertedero o tratamiento térmico. La transformación reduce el volumen y el peso de los residuos, pero también es

donde se puede obtener otros productos o energía, como es el compostaje, la incineración, la pirolisis o la gasificación (Colomer y Gallardo, 2007).

Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que han de evacuarse, y para recuperar productos de conversión y energía; la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos puede ser transformada mediante una gran variedad de procesos químicos y biológicos (Tchobanogous *et al.*, 1998).

2.1.3.6. Deposición final

Es un proceso de aislar los residuos en forma definitiva, efectuado por las instituciones prestadoras del servicio de aseo. Los residuos se depositan en lugares especialmente diseñados de tal forma que no representen daños o riesgos a la salud o al ambiente (Carvajal, 2007).

2.1.4. El compost

Según Barrena (2006), el compost puede definirse como: el producto resultante del proceso de compostaje y maduración y que consta de materia orgánica estabilizada semejante al humus. Debe ser un producto inocuo, sin sustancias fitotóxicas, que pueda aplicarse sin riesgos de provocar daños al suelo y cultivos además que pueda almacenarse sin que sufra alteraciones posteriores.

2.1.4.1. Compostaje de residuos sólidos urbanos

Para Moreno y Herrero (2007), el compostaje constituye un procedimiento adecuado de valorización de los residuos orgánicos, incluyendo la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y los lodos de depuradoras. Este sistema de tratamiento de residuos orgánicos, reporta un beneficio ambiental al evitar riesgos de contaminación, provocados por otras alternativas como incineradoras y vertido.

Los principales objetivos del proceso de compostaje son: la estabilización y higienización de la materia orgánica, por eliminación de patógenos y malas hierbas, así como la reducción del peso y volumen de los materiales a compostar, de modo que el uso agrícola del producto final obtenido, comparte efectos beneficiosos para el suelo y los cultivos (Moreno y Herrero, 2007).

2.1.4.1.1. Compostaje aerobio

El compostaje aerobio es un proceso de degradación biológica en donde los microorganismos transforman los compuestos orgánicos mediante reacciones metabólicas, en las que se separan los electrones de los compuestos y se oxidan las estructuras de carbono a dióxido de carbono y agua. Nunca se produce una oxidación completa debido a que una parte del material orgánico se transforma y otra no es biodegradable (Silva *et al.*, 2007).

2.1.4.2. Parámetros de seguimiento en un compostaje

Partiendo de la base que en un proceso de compostaje los responsables de la transformación son los microorganismos, según Gómez (2006), todos aquellos factores que puedan limitar su desarrollo será limitante también para el propio proceso. Para conseguir que esta transformación se realice en condiciones controladas (aerobias y termófilas) hace falta una serie de requisitos, que no son otros que los que necesitan los microorganismo para desarrollarse.

2.1.4.2.1. Temperatura

Al disponerse el material que se va a compactar en pilas o en reactor, etc., si las condiciones son las adecuadas, comienza la actividad microbiana. Inicialmente todo el material está a la misma temperatura, pero al crecer los microorganismos se genera calor aumentando la temperatura del material (Moreno y Herrero, 2007).

El mantenimiento de temperatura elevada asegura la higienización del material pero se pueden presentar problemas de inhibición de la actividad de la mayoría de microorganismos si estas son muy altas. Por lo tanto, es necesario conseguir un equilibrio entre la máxima higienización. Se considera que la mayor diversidad microbiana se consigue entre 35 y 40°C, la máxima biodegradación entre 45 y 55°C, y la higienización cuando se superen los 55°C, (Gómez, 2006).

Gómez (2006), informa que la temperatura que se alcanza en cada etapa depende de la energía desprendida, de las pérdidas (conversión, radiación, conducción) y de la capacidad de almacenar calor (muy relacionado con el calor específico y la conductividad térmica del material), que afecta sobre todo cuando el desprendimiento de energía es bajo. El contenido en humedad y la cantidad de materia mineral intervienen en el mantenimiento de la temperatura en las últimas fases del proceso gracias a su elevada capacidad de almacenar calor.

Según Sztern y Previa (2005), debemos distinguir en una pila o camellón dos regiones o zonas:

- La zona central o núcleo de compostaje, que es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes, y
- La corteza o zona cortical que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados.

El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza. No obstante, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza. A los efectos prácticos y utilizando como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, podemos diferenciar las siguientes etapas (Sztern y Previa, 2005):

- **Etapas de latencia:** considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 horas (Sztern y Previa, 2005).
- **Etapas mesotérmica 1 (10-40°C):** Dentro de esta etapa se dan procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de azufre, fósforo, entre otros. La etapas mesotérmica es particularmente sensible al binomio óptimo humedad-aireación (Sztern y Previa, 2005).
- **Etapas termogénica (40-75°C):** Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua (Sztern y Previa, 2005).
- **Etapas mesotérmica 2:** con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Esta etapa se la conoce generalmente como etapas de maduración. Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso (Sztern y Previa, 2005).

Para que las etapas se den en su totalidad es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descripta se presente por lo general más de una vez (Sztern y Previa, 2005).

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. Con frecuencia la muerte celular no va acompañada de lisis. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aun cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable (Sztern y Previa, 2005).

2.1.4.2.2. Aireación

Para Gómez (2006), la aireación es imprescindible si el proceso tiene que ser aerobio. Las funciones básicas de la aireación son las siguientes:

- Suministrar el oxígeno necesario para permitir la actividad de los microorganismos aerobios.
- Favorecer la regulación del exceso de humedad por evaporación.
- Mantener la temperatura adecuada.

La aireación está muy relacionada con la temperatura, ya que interviene en la generación y en la pérdida de calor de diferentes maneras (Gómez, 2006):

- Incrementar la actividad de los microorganismos, lo que genera un desprendimiento de energía y como consecuencias, un incremento de la temperatura.
- Favorecer el enfriamiento al renovar el aire caliente por frío.
- Puede provocar una pérdida excesiva de humedad y frenar el proceso, provocando una bajada de la temperatura.

La aireación también puede producirse de forma natural por ventilación pasiva cuando la mezcla tiene una porosidad y una estructura que favorece el intercambio de gases por fenómenos físicos: difusión, evaporación, diferencias de temperaturas. En el caso de compostaje en pilas, el llamado efecto chimenea juega un papel importante tanto en la reducción del contenido en agua de la pila como en la renovación de aire dentro de ésta. El aire en el

interior de la pila se calienta y se satura en agua, desplazándose hacía arriba por efecto de su mayor densidad y provocando un ligero vacío que produce la entrada de aire fresco del exterior (Gómez, 2006).

2.1.4.2.3. Humedad

Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desechos de las reacciones que tienen lugar durante dicho proceso (Moreno y Herrero, 2007).

Según Guzmán (2008), la humedad debe de estar entre 40 % y 60%, si se reduce de 40 % las bacterias disminuirán su labor y entraran en una etapa inactiva. Si sobrepasa el 60 % la descomposición disminuirá y se producirá olores objetables.

2.1.4.2.4. pH

El pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos. En muchos trabajos se usa esta variable para estudiar la evolución del compostaje. Mediante el seguimiento del pH se puede tener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH (Moreno y Herrero, 2007).

2.1.4.2.5. Tamaño de partículas

Cuanto más pequeño sea el tamaño de las partículas de la fracción orgánica, mayor será el área superficial disponible para el ataque por los microorganismos. Partículas muy pequeñas, no obstante se empaquetan entre

sí de tal forma que los espacios entre ellas serán pequeños y estrechos. Esto impide el movimiento del aire hacia el interior de la pila y el movimiento de dióxido de carbono hacia afuera. Si el tamaño de la partícula es muy grande, el área superficial para el ataque se reduce mucho; la reacción entonces procederá más lentamente o puede pararse totalmente (FAO, 1991).

Por tanto es necesario un término medio en el tamaño de la partícula. Para pilas de compostaje que empleen un flujo natural de aire, un tamaño de partícula de aproximadamente de 50 mm es apropiado. Para sistemas de compostaje con suministro de aire forzado el tamaño de la partícula puede ser de 10 mm. En sistemas de compostajes a gran escala la reducción del material se logra usando equipamiento mecanizado (FAO, 1991).

2.1.4.2.6. Relación carbono / nitrógeno (C/N)

Según (Moreno y Herrero, 2007), la relación C/N de la mezcla de residuos a compostar es uno de los índices más utilizados para estudiar la evolución de la materia orgánica durante el compostaje, ya que por un lado, representa la pérdida de carbono, como consecuencia de la mineralización de la materia orgánica, mientras que por otro, mide el aumento de la concentración de nitrógeno debido a la pérdida de peso. Como resultado se obtiene una disminución de este parámetro, cuyos valores al final del proceso son prácticamente constantes, como consecuencias de la estabilización de la materia orgánica.

La importancia de esta relación está en que, para que el proceso de compostaje se desarrolle de forma adecuada, se considera que el material de partida debe de tener una relación carbono nitrógeno entre 25 y 30 ya que se considera que los microorganismos consumen unas 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno. Si la relación C/N es más alta, la actividad será más lenta. Esto es debido a que al haber exceso de carbono, se necesitan varios ciclos de los organismos para poder degradarlo ya que el nitrógeno disponible

será únicamente el de los microorganismos que hayan muerto (Moreno y Herrero, 2007).

Sin embargo si la relación C/N es muy baja, el exceso de nitrógeno se pierde como amoníaco y no será utilizado por los microorganismo. Este fenómeno no afecta negativamente al proceso, sin embargo tiene una gran importancia desde el punto de vista de la contaminación y producción de malos olores que limitan la localización de las plantas de compostaje. Por lo tanto la relación C/N es aproximado a 30 (Moreno y Herrero, 2007).

2.1.4.3. Sistemas de compostaje

Los diferentes sistemas de compostaje pretenden, en todos los casos, conseguir una aireación óptima de los residuos y alcanzar temperaturas termófilas. Se puede considerar que un sistema es efectivo cuando, además de transformar los residuos, los ha sometido durante un tiempo suficiente a las condiciones consideradas letales para los microorganismos patógenos (Solans *et al.*, 2008).

2.1.4.3.1. Sistemas abiertos

Es el sistema más generalizado. Se basa en la realización de pilas con diferentes sistemas de aireación (Solans *et al.*, 2008).

- **Compostaje en pilas dinámicas:** Los materiales a compostar se apilan directamente sobre el suelo, sin comprimirlos excesivamente a fin que permita que el aire quede retenido en su interior.
- **Compostaje en pilas estáticas ventiladas:** El material a compostar se coloca sobre un conjunto de tubos perforados o una solera porosa conectados a un sistema de extracción de aire a través de la pila.

2.1.4.3.2. Sistemas cerrados

Se basa en la utilización de un reactor o digestor en el que se mantienen las condiciones aeróbicas por los mismos métodos que en las pilas, es decir, con volteos continuos, con aireación forzada o los dos métodos a la vez. Son sistemas que tienen unos costos de instalación superiores al de las pilas, pero presentan la ventaja de permitir un control total de las condiciones del proceso, son más rápidos y requieren menos espacio para tratar el mismo volumen de residuos (Solans *et al.*, 2008).

2.1.4.4. Grado de descomposición o degradación del material

El grado de descomposición o degradación del material sometido al proceso de compostaje es un indicador del estado de maduración del compost orgánico. El aspecto del material como el color, olor y humedad da las indicaciones. Así, el color final de la masa es oscuro casi negro; el olor inicialmente rancio, pasa a ser el de tierra mojada agradable; la humedad se reduce (Atocena, 2005).

Para fines prácticos, son dos los principales grados de descomposición del material sometido al proceso de compostaje: semicurado o técnicamente bioestabilizado, y curado o humificado. El primero indica que el compost ya puede ser utilizado como fertilizante sin causar daños a las plantas; el segundo indica que está completamente degradado y estabilizado, con la calidad apropiada como para poder ser utilizado. Al comienzo de la descomposición del material orgánico, se desarrollan microorganismos que producen una fermentación ácida, y el pH se vuelve más bajo, lo cual es favorable para la retención de amoníaco (Atocena, 2005).

2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. Constitución de la república del Ecuador 2008

Título II DERECHOS. Capítulo Segundo, Derechos del buen vivir. Sección Segunda, Ambiente Sano (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Título II DERECHOS. Capítulo séptimo, Derecho de la naturaleza.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.2.2. Ley orgánica de salud

Capítulo II

De los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes

Art. 98.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con las entidades públicas o privadas, promoverá programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos (Ley Orgánica de Salud, 2006).

2.2.3. Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización (COOTAD)

Capítulo III

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal

Sección Primera Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones

Art. 54.- Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales (COOTAD, 2010).

2.2.4. Código orgánico integral penal

CAPÍTULO CUARTO

Delitos contra el ambiente y la naturaleza o Pacha Mama

Artículo 252.- Delitos contra suelo.- La persona que contraviniendo la normativa vigente, en relación con los planes de ordenamiento territorial y ambiental, cambie el uso del suelo forestal o el suelo destinado al mantenimiento y conservación de ecosistemas nativos y sus funciones ecológicas, afecte o dañe su capa fértil, cause erosión o desertificación, provocando daños graves, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años (Código Orgánico Integral Penal, 2014).

Artículo 253.- Contaminación del aire.- La persona que, contraviniendo la normativa vigente o por no adoptar las medidas exigidas en las normas, contamine el aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo en niveles tales que resulten daños graves a los recursos naturales, biodiversidad y salud humana, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años (Código Orgánico Integral Penal, 2014).

Artículo 251.- Delitos contra el agua.- La persona que contraviniendo la normativa vigente, contamine, desee o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y en general los recursos hidrobiológicos o realice descargas en el mar provocando daños graves, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años (Código Orgánico Integral Penal, 2014).

2.2.5. Ley de gestión ambiental

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes (Ley de gestión ambiental, 2004).

e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la

diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas (Ley de gestión ambiental, 2004).

f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales (Ley de gestión ambiental, 2004).

2.2.6. Acuerdo ministerial 028

CAPITULO VI

Gestión Integrar de Residuos Sólidos no Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales

Art 63. Fases de manejo de desechos y/o residuos sólidos no peligrosos.- El manejo de los residuos sólidos corresponden al conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de los residuos sólidos y/o desechos sólidos no peligroso que incluye: minimización en la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Acuerdo Ministerial 028, 2015).

PARÁGRAFO VI DEL APROVECHAMIENTO

Art. 77 Del aprovechamiento.- En el marco de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, es obligatorio para las empresas privadas y municipalidades el impulsar y establecer programas de aprovechamiento mediante procesos en los cuales los residuos recuperados, dadas sus características, son reincorporados en el ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio del reciclaje, reutilización, compostaje, incineración con fines de generación de energía, o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos (Acuerdo Ministerial 028, 2015).

El aprovechamiento tiene como propósito la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer finalmente, con lo que se reduce costos y se aumenta la vida útil de los sitios de disposición final, por lo que se debe considerar (Acuerdo Ministerial 028, 2015);

e) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con programas de recuperación de residuos reciclables y promover su reuso.

f) La recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos deberá efectuarse según lo establecido en la norma vigente.

g) Los procesos de aprovechamiento deben promover la competitividad mediante mejores prácticas, nuevas alternativas de negocios y generación de empleos.

PARAGRAFO VII DEL TRATAMIENTO

Art. 78. Del Tratamiento.- Los generadores, empresas privadas y/o municipalidades en el ámbito de sus competencias son responsables de dar un adecuado tratamiento a los residuos sólidos no peligrosos. El tratamiento corresponde a la modificación de las características de los residuos sólidos no peligrosos, ya sea para incrementar sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana, previo a su disposición final (Acuerdo Ministerial 028, 2015).

Para el tratamiento de residuos sólidos y/o desechos sólidos no peligrosos se pueden considerar procesos como; mecánicos, térmicos para recuperación de energía, biológicos para el compostaje y los que avale la autoridad ambiental (Acuerdo Ministerial 028, 2015).

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán proponer alternativas de tratamiento de residuos orgánicos, para así reducir el volumen de disposición

final de los mismos, mismas que deberán contar con la viabilidad técnica previo su implementación (Acuerdo Ministerial 028, 2015).

2.2.7. Ordenanza municipal gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón El Empalme

Sección XIII

Normas ambientales en zonas urbanas y poblados rurales

Art. 28.- Las disposiciones de esta sección son las siguientes.

Es obligación de los ciudadanos separar los desechos sólidos domésticos en orgánicos e inorgánicos para favorecer las actividades de recolección y reciclaje de los desechos y cuidar el medio ambiente (Ordenanza municipal, 2012).

f) Es responsabilidad de los ciudadanos el cuidar, mantener y proteger todo el mobiliario urbano destinado a mantener el aseo en la ciudad (Ordenanza municipal, 2012).

CAPÍTULO III

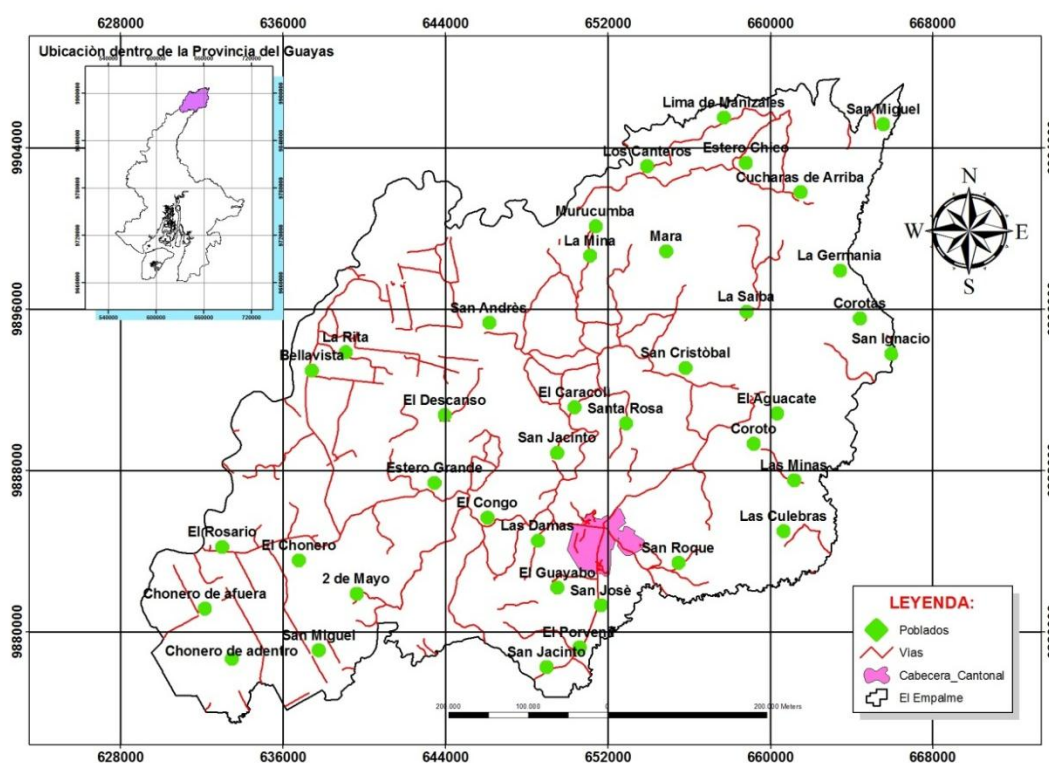
METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Localización de la zona de investigación

La presente investigación se realizó en el cantón El Empalme (figura 1), provincia del Guayas. Cuenta con una población de 74451 habitantes, sus coordenadas son 1°02'46"S y 79°38'01"O. La altitud media es de 71 m.s.n.m. y una temperatura que va desde los 20 a 35° C (Gonzales, 2002).

La producción del compost a escala piloto se realizó en la finca del señor Hugo Zambrano, ubicada en el recinto Santa Marianita a 0,5 Km de la ciudad El Empalme.



Elaborado por Autora

Fuente: IGM ODEPALM

Figura 1. Mapa de ubicación del cantón El Empalme

3.1.2. Materiales

3.1.2.1. Materiales de campo

- Balanza
- Carretilla
- Cinta de embalaje
- Clavos
- Flexómetro
- Fracción orgánica biodegradable
- Fundas plásticas
- Guantes
- Machete metálico
- Malla plástica
- Martillo
- Mascarillas
- Pala
- Papel indicador del pH
- Piola
- Plástico polietileno negro
- SERRUCHO
- Termómetro

3.1.2.2. Materiales de oficina

- Bolígrafo
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Hojas A4
- Impresora canon

3.1.3. Métodos

Para el presente estudio se utilizó métodos de tipo cualitativo y cuantitativo, donde se conoció el diagnóstico actual de los residuos sólidos, la cantidad de fracción orgánica generada y a través de la misma elaborar compost a escala piloto y en base a esto se determinó y propuso el mejor diseño de compostaje para el aprovechamiento total de la misma.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo con los siguientes tipos de investigación:

- a. Investigación deductiva.-** Se utilizó para la afirmación del proceso de la investigación para de esta manera llegar a una conclusión factible.
- b. Investigación Analítica.-** Este método se empleó para analizar los resultados de varias técnicas utilizadas en el diagnóstico del manejo de los desechos sólidos, como lo es la encuesta, observación directa, entrevistas. Además, permitió explicar los resultados del trabajo de investigación para posteriormente definir el mejor diseño de compostaje.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con el fin de obtener la información necesaria para responder a las preguntas planteadas en la encuesta, se realizó un diseño de investigación no experimental que se basó en la observación de fenómenos tal y como se dan en su entorno natural, para después analizarlos. Se obtuvo información directa de personas encargadas e involucradas en el manejo de los residuos sólidos, a su vez se realizaron cálculos matemáticos para resolver los objetivos planteados.

Por otra parte se realizó un diseño de investigación experimental en el cual se manipulo la fracción orgánica de los residuos sólidos para la producción del compost. Se estableció un diseño bibliográfico que se basó en la indagación y acopio de documentos relacionados con el tema de trabajo, para la sustentación y desarrollo de la investigación.

3.3.1. Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos.

Para llevar a cabo el diagnóstico se aplicó las siguientes técnicas de investigación: entrevistas, encuestas y observación directa.

Se procedió a recopilar información de las entidades responsables de la gestión de residuos sólidos (Dirección de Servicio Público y Gestión Ambiental del GAD Municipal de la ciudad El Empalme). Para complementación de la entrevista se realizó una encuesta a 118 habitantes de la ciudad. Además se empleó una guía de observación directa para conocer la situación actual de los desechos sólidos.

3.3.1.1. Entrevista

Se entrevistó al Ing. Ariel Miranda Director del Departamento de Servicio Público y Gestión Ambiental del GAD Municipal de la ciudad El Empalme y al Ing. Fredis Zambrano, Jefe de recolección de residuos sólidos y barrido de calles, para de esta manera conocer el actual manejo de los desechos sólidos. La entrevista se realizó en forma personal y con distintas preguntas para cada persona enfocadas en el mismo tema obteniendo un solo resultado (anexo 1).

3.3.1.2. Encuesta

Se realizó una encuesta de 8 preguntas con respuestas cerradas (anexo 2), en 5 zonas de la ciudad, las mismas que fueron realizadas en base a las rutas de recolección de los desechos sólidos, establecidas por el Departamento de Servicio Público y Gestión Ambiental del GAD Municipal El Empalme (anexo 4).

Las personas encuestadas fueron seleccionadas al azar donde se conoció la opinión de la ciudadanía referente al manejo que se da a los desechos sólidos.

Una vez terminado el trabajo de campo se procedió a la tabulación de datos de la encuesta utilizando Microsoft Excel 2010.

3.3.1.3. Observación directa

Para complementación de la entrevista y la encuesta se ejecutó la técnica de la observación directa, la misma que se efectuó recorriendo las 5 zonas antes mencionadas. Una vez terminado el recorrido se procedió a llenar la guía que consto de 6 preguntas (anexo 3), obteniendo la información necesaria para diagnosticar el manejo actual de los desechos sólidos.

3.3.2. Caracterización de la fracción orgánica

La toma de muestras para llevar a cabo la caracterización de la fracción orgánica se realizó en 5 zonas del centro de la ciudad, cada zona con 23 viviendas, excepto la zona 5 que constaba de 24 hogares, completando de esta manera las 116 casas determinas mediante la ecuación 4.

Se procedió a entregar 2 bolsas vacías diarias de polietileno color negro, correctamente codificadas según la zona y número de vivienda, debido a que se requiere exclusivamente de la fracción orgánica solo se procedió a reciclar la misma. Vale destacar que las familias en donde se realizó la recolección de la muestra estaban anticipadas para solo separar la fracción orgánica siendo ésta depositada en una de las dos fundas antes mencionadas. El resto de desechos (plásticos, papel-cartón, vidrio y metales) se depositaron en la segunda funda para después llevarlas hasta donde pasa el recolector.

La recolección y pesaje se realizó en horas de la mañana, desde el lunes 15 hasta el lunes 29 de diciembre del 2014, para pesar los residuos se utilizó una balanza de 5 kg, se llevó un registro de los peso diarios de la fracción orgánica

biodegradable de cada vivienda que se asentaron en la ficha de campo establecida para cada zona (anexo 5).

3.3.2.1. Producción per-cápita y generación de la fracción orgánica.

Se procedió a determinar la tasa de producción per cápita (cantidad media de residuos generados por una persona en el día), para tal efecto se utilizó la siguiente ecuación citada por Muñoz (2008)

$$P_{p-c} = \frac{\text{Peso de residuos registrado en un período determinado}}{(\text{Número de viviendas} * \text{habitantes}) * (\text{Período de registro})}$$

Ecuación 1

Una vez calculada la producción per-cápita se procedió a determinar la generación de la fracción orgánica, la ecuación diseñada por Sakurai fue utilizada para dicho efecto.

$$C = P_{p-c} * P_0$$

Ecuación 2

Dónde:

C = Cantidad de Residuos Sólidos

P_{p-c} = Tasa de producción per cápita

P_0 = Población

3.3.2.2. Volumen de la fracción orgánica

Luego de tener el valor de la generación de la fracción orgánica se procedió a encontrar el volumen de los mismos, mediante la ecuación citada por Torres, 2009.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa (m)}}{\text{Volumen (v)}}$$

Ecuación 3

Dónde:

D =?

m = Peso

v = Volumen

3.3.3. Elaboración del compost (escala piloto)

Se efectuó la elaboración del compost (escala piloto), siguiendo la metodología y cálculos de Tchobanoglous *et al.* (1998):

El área donde se conformaron las pilas fue escogida en base a la topografía del suelo, se retiró toda clase de maleza para luego compactar y nivelar el terreno con una pendiente del 1% esto con la finalidad de facilitar el escurrimiento del lixiviado, posteriormente se realizó una canaleta perimetral alrededor del área para lograr de esta manera evacuar las aguas lluvias. Para impedir la entrada y salida de animales (gallinas, gatos, perros) se cercó el área con malla plástica, luego de esto se procedió a techar el lugar con plástico de polietileno para evitar la caída directa de agua lluvia a las pilas.

Para la el proceso del compost se aplicó el método de compostaje por pilas, para lo cual previamente se determinó la relación C/N óptima para los tres tipos de material de mezcla, aserrín, cascarilla de arroz y hojas de árboles (anexo 8).

La recolección de la muestra para la conformación de la pila se realizó el último día de la caracterización, se recolectó la fracción orgánica de las 116 viviendas y de los dos mercados de la ciudad (Mercado “Central” y Mercado “10 de Agosto”), teniendo un total de 736,41 kg de fracción orgánica, la misma que se trituró manualmente con un machete metálico para permitir una fácil degradación. La refinación del compost se realizó mediante un tamiz con apertura de malla de 1 cm por 1 cm.

3.3.3.1. Datos registrados del compost

La temperatura se registró todos los días para la tres pilas, la misma que se tomó a 50 cm de profundidad, todos los días en el mismo horario. El instrumento utilizado fue un termómetro de mercurios para laboratorios con capacidad de control que va desde los 0 °C a los 100 °C.

El porcentaje de humedad se verificó mediante un análisis en el laboratorio de agua y suelo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Para determinar el contenido nutrimental del compost se tomó una muestra representativa de 1 kg del material en descomposición para cada pila, las mismas que fueron identificadas y llevadas al laboratorio del INIAP para su respectivo análisis de: relación C/N, pH, N, P, K, materia orgánica y carbono.

3.3.4. Propuesta de un diseño para el proceso de compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos

En base a los resultados obtenidos en el proceso de compostaje, se diseñó el área de compostaje para el tratamiento aerobio de la cantidad total de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbano orgánicos, provenientes de fuentes domiciliarias y mercados.

La propuesta del diseño incluyó la determinación de la necesidad de los equipos, los recursos, los materiales y el presupuesto para el cumplimiento y realización de las diferentes acciones que deban desarrollarse a lo largo del proceso de compostaje a gran escala.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para establecer el tamaño de la muestra para la realización de la encuesta se tomó un tamaño de la población de 54008 habitantes de la ciudad El Empalme, dato que se obtuvo de la caracterización de los residuos sólidos realizado por la Dirección de Servicios Públicos y Gestión Ambiental del GAD municipal del cantón en el año 2013. Así mismo el tamaño de la población de 6611 viviendas para realizar el pesaje de los residuos se tomó del levantamiento catastral realizado por el GAD municipal El Empalme año 2013.

Vale destacar que la población establecida para este trabajo compete solo a la población servida por la de recolección de los desechos sólidos.

El tamaño de la muestra para realizar la encuesta y establecer el número de viviendas en las cuales se realizó la recolección de fracción orgánica, se realizó con la ecuación citada por Suarez, (2011).

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

Ecuación 4

Dónde:

n = El tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos

Los resultados obtenidos en el proceso de este objetivo son los siguientes:

4.1.1.1. Resultado de la entrevista

En la entrevista realizada a el director del departamento de Servicios Públicos y Gestión ambiental Ing. Ariel Miranda y al Ing. Fredis Zambrano jefe de recolección de desechos sólidos y aseo de calles, se pudo conocer el actual manejo de desechos sólidos.

La dirección de servicios públicos y gestión ambiental a través del departamento de recolección de desechos sólidos y barrido de calles es la encargada del manejo de los residuos sólidos de la ciudad El Empalme, por lo cual tiene a su disposición 30 trabajadores u obreros para que realicen las actividades pertinentes al caso, a su vez cuenta con 7 carros recolectores de desechos sólidos de los cuales 4 abarcan el recorrido urbano, en horario establecido desde las seis de la mañana hasta las catorce horas y un horario nocturno que abarca solo el casco urbano desde las quince horas hasta las veintidós horas.

En la ciudad El Empalme el interés que le dan a los desechos sólidos urbanos es netamente por salud, siendo está controlada únicamente con la recolección diaria y aplicación de sanciones por medio de la comisaría municipal en caso de incumplimiento de las ordenanzas que regulen el manejo de los mismos. Por su parte Zambrano especifica que el único tratamiento que reciben los residuos sólidos es la compactación y cubrimiento con arcilla en el lugar final de los mismos.

Desde que se creó la ciudad no se ha tomado interés en poner contenedores en el centro de la misma por lo cual comentó Miranda que se debe al poco interés y planificación que se da al tema y dando una respuesta somera dijo que más importante es el alcantarillado.

Miranda dice que la ciudadanía ha presentado quejas por falta de cobertura de recolección a lo que justifica que es por falta de recolectores, Zambrano argumenta que las quejas de inconformidad se dan en la parte rural suponen que es a la falta de recolectores para estas zonas.

Según Zambrano en la ciudad se recolectan alrededor de 35 toneladas diarias de residuos sólidos en la cual el 75% es fracción orgánica esto abarca a toda la población servida incluyendo la parte rural.

Se ha capacitado a la ciudadanía sobre el manejo de los desechos sólidos Miranda responde que no, a lo cual Zambrano se contradice mencionando que en escuelas y barrios en el año 2013, tal contradicción de dos funcionarios públicos vinculados en el manejo de los desechos sólidos se debe a que Zambrano da sus servicios desde la administración anterior y Miranda solo de la administración actual.

4.1.1.2. Resultado de la encuesta

El tamaño de la muestra para la realización de la encuesta se fundamentó mediante la ecuación 4, la población establecida de 54008 habitantes, se tomó de la caracterización de los residuos sólidos realizada por el GAD municipal El Empalme, en el año 2013. Vale destacar que los 54008 habitantes solo es la población servida de la recolección de los residuos sólidos.

Una vez realizado el cálculo, se obtuvo un tamaño de la muestra de 118 habitantes, los cuales se distribuyeron en las 5 zonas establecidas para tal efecto, presentadas en el cuadro 4.

De acuerdo a las preguntas realizadas y resultados obtenidos, se observa que las personas encuestadas que representa la suma total de la población, no están satisfechas con el actual manejo de los residuos sólidos, esto se puede corroborar con la pregunta 1 asentada en el cuadro 3, donde 66 personas, que representa el 55,9 %, argumentan que no existe un manejo adecuado de los mismos, mientras que el 37,3 % desconocen de la existencia de dicho manejo y solo el 6,8 % no sabe.

En base a la pregunta 2 registrada en el cuadro 3, se nota un claro desinterés de parte de las entidades públicas, que manejan el control y manejo de los residuos sólidos, esto lo revela la pregunta mencionada ya que de 118 personas, el 100% menciona que las entidades encargada del manejo de los residuos sólidos no se han preocupado en ubicar contenedores en el centro de la ciudad.

Según el 89,9 % de los encuestados afirman que la frecuencia con la que se recolectan los residuos sólidos, para llevarlos hasta el vertedero a cielo abierto, es diaria, mientras que un 10,2 % dicen que se lo realizada cada dos días, este bajo porcentaje se debe a que dichas personas respondieron en base a los días que ellos sacan sus residuos.

Del total de los encuestados el 94,9 %, coinciden que no separan los residuos al momento de su generación, depositándolos únicamente en el recipiente destinado para tal actividad para luego deshacerse de ellos, mediante la recolección que realiza el GAD municipal por medio del departamento de desechos sólidos y barridos de calles, solo un 5,1 % señala que si hace una clasificación pero solo a plásticos y chatarras.

Por otra parte en la pregunta 5 ubicada en el mismo cuadro, donde se les preguntó, si la ciudad está limpia con relación a los residuos sólidos, el 71,2 % mencionaron que no, solo un 28,8 % indicaron que sí.

La importancia de darle un manejo adecuado a los residuos sólidos se puede evidenciar en la pregunta 6 del cuadro 3, en la cual el 51,7 % alegan que es muy importante, y un 48,3 % afirman que es importante.

La ciudadanía asegura en un 72,9 % que nunca han recibido capacitacion para manejar adecuadamente los residuos, mientras que solo un 27,1 % afirman que si esto corrobora lo dicho por Zambrano en la entrvista anteriolmente mencionada en la cual dice que se ha capacitado en escuelas y barrios. Tal porcentaje se puede ver en el cuadro 3.

La población de la ciudad El Empalme representado en 118 encuestados, sostiene la necesidad de un programa para el aprovechamiento de los residuos sólidos, argumentando en un 50,8 % que es muy necesario la implementacion de un programa para tal actividad y en un 49,2 % que es necesario, de las dos manera la poblacion es conciente de la importancia de darle un manejo adecuado a los residuos sólidos.

En el cuadro 3, se puede evidenciar las preguntas realizadas con sus respectivas opciones de respuestas, conteniendo a su vez los números de respuestas y sus correspondientes porcentajes.

Los criterios establecidos por los encuestados, refleja la realidad sobre la situacion actual del manejo de los residuos sólidos, complementando lo dicho en la entrevista antes mencionada que se le realizó a los dos funcionarios públicos encargados del manejo de los mismos, como lo es ing. Ariel Miranda director del departamento de servicios públicos y gestion ambiental, y el ing. Fredis Zambrano jefe de recolección de desechos sólidos y barridos de calles.

4.1.1.3. Resultado de la guía de observación directa

El GAD municipal por medio del departamento de servicios público y gestión ambiental, es la única entidad encargada del manejo de los residuos sólidos, para esto posee 5 camiones recolectores para realizar dicha actividad, además cuenta con 10 obreros para el aseo de calle, pero aun así se ve la falta de organización en cuanto a la recolección y limpieza de las mismas. Ya que la ciudad tanto en el casco comercial como en las avenidas principales se ve sucia, esto se debe a que la ciudadanía tira sus residuos sin responsabilidad alguna, aunque también está la falta de conocimiento del tema y la escasa preocupación de las entidades municipales ya que no se observa ningún tipo de contenedor para el depósito de los residuos que generan los transeúntes.

El departamento antes mencionado cuenta con rutas de recolección y tiene horarios establecidos para realizar tal actividad, horarios que se dan a saber por medios de comunicación (radio-escucha), pero no todas las personas sacan los residuos a tiempo, dejándolos en las veredas, a la tentación de vectores que esparcen los residuos dando de esta manera mala imagen.

Con relación a la clasificación de los residuos el departamento ya mencionado no ejecuta ninguna actividad para que se lleve a cabo tan importante labor, esto se debe como ante se indicó al presupuesto financiero que tiene el GAD y a que se le da prioridad a otras obras (alcantarillado), por su parte la ciudadanía hace una clasificación de lo que es plásticos y chatarra debido a que esto tiene un valor económico en lugares llamados puntos verdes o chatarreras.

4.1.2. Caracterización de la fracción orgánica

El tamaño muestral del número de viviendas donde se recolectó la fracción orgánica de los residuos sólidos, se determinó con la ecuación 4, en la cual se estableció 116 viviendas, las mismas que se distribuyeron en las 5 zonas detalladas en el cuadro 4.

Cuadro 4. Distribución de las viviendas

Zona	Viviendas por zonas	Nombres de la zona
I	23	Atilio Vélez Aráis
II	23	29 de Octubre
III	23	Juan Montalvo
IV	23	12 de Octubre
V	24	Casco Comercial
Total	116	

Fuente: Elaboración propia

Los pesos por zonas se detallan en el cuadro 5 y su representación en el grafico 1. La zona con menos producción de fracción orgánica es la zona 1 con 842,03 kg, se asume que la misma produce la menor cantidad debido al bajo índice económico de la población, en comparación con la zona 5 que representa el casco urbano de la ciudad, que genera un total de fracción orgánica de 861,53 kg.

Cuadro 5. Pesos diarios por zona (kg)

Días	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Total
1	55,23	56,66	56,65	55,35	57,88	281,77
2	57,58	55,98	57,65	57,38	57,25	285,84
3	58,22	57,74	57,44	57,54	58,25	289,19
4	54,57	58,89	57,95	56,65	55,76	283,82
5	55,56	57,54	55,87	57,56	58,54	285,07
6	55,62	55,98	56,68	56,63	57,96	282,87
7	56,32	56,65	56,65	56,65	57,45	283,72
8	56,98	56,78	56,02	55,44	57,49	282,71
9	56,32	57,34	57,56	57,32	56,63	285,17
10	57,49	56,98	56,85	55,25	58,36	284,93
11	56,62	56,87	57,23	57,27	56,26	284,25
12	54,38	57,75	58,87	56,32	57,62	284,94
13	55,88	58,15	56,56	57,56	57,56	285,71
14	56,02	56,78	55,56	58,58	57,65	284,59
15	55,24	54,23	55,23	57,24	56,87	278,81
Total	842,03	854,32	852,77	852,74	861,53	4263,39
Media	56,14	56,95	56,85	56,85	57,44	284,23

Fuente: Elaboración propia

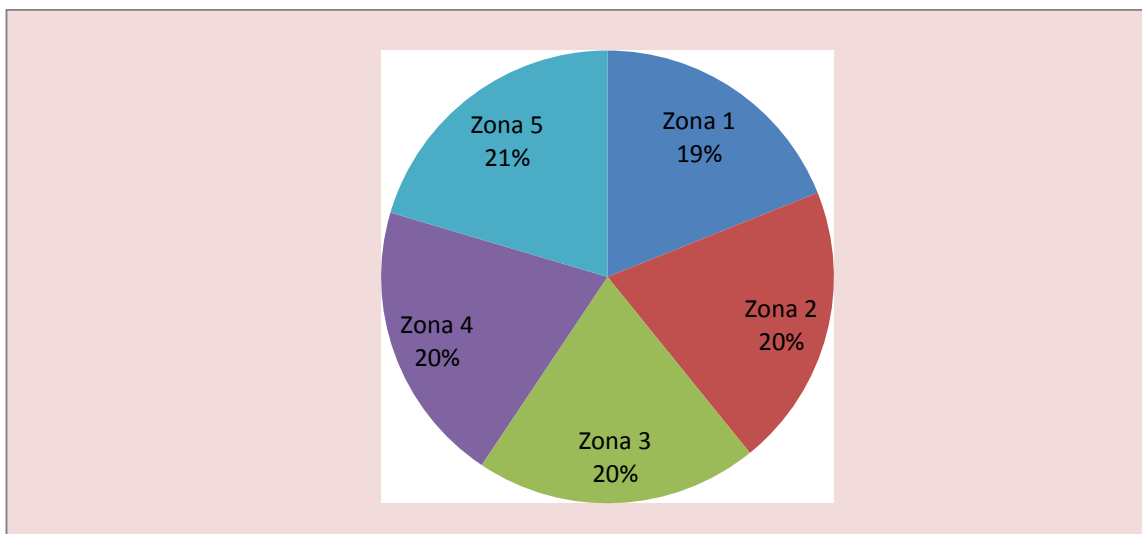


Gráfico 1: Cantidad de fracción orgánica por zona

En el gráfico se puede notar que la generación de fracción orgánica en la zona 1 representa el 19 % mientras que las zonas 2, 3 y 4 constituyen el 20 % cada una y la zona 5 representa el 21 %.

En el cuadro 6, se observan los pesos totales durante los 15 días de la caracterización, teniendo de esta manera 4088,42 kg de residuos de cocina y 174,97 kg de residuos de jardín, obteniendo un total de 4263,39 kg de fracción orgánica, dato que se utilizó para el cálculo de la producción per cápita y a su vez la generación de la fracción orgánica.

Cuadro 6. Cantidad total de fracción orgánica caracterizada (kg)

Días	Residuos de Cocina	Residuos de Jardín	Total
1	269,84	11,93	281,77
2	276,70	9,14	285,84
3	277,82	11,37	289,19
4	271,48	12,34	283,82
5	273,73	11,34	285,07
6	270,53	12,34	282,87
7	271,76	11,96	283,72
8	273,22	9,49	282,71
9	273,82	11,35	285,17
10	271,98	12,95	284,93
11	272,76	11,49	284,25
12	275,49	9,45	284,94
13	273,98	11,73	285,71
14	269,25	15,34	284,59
15	266,06	12,75	278,81
Total	4088,42	174,97	4263,39
Media	272,56	11,66	284,23

Fuente: Elaboración propia

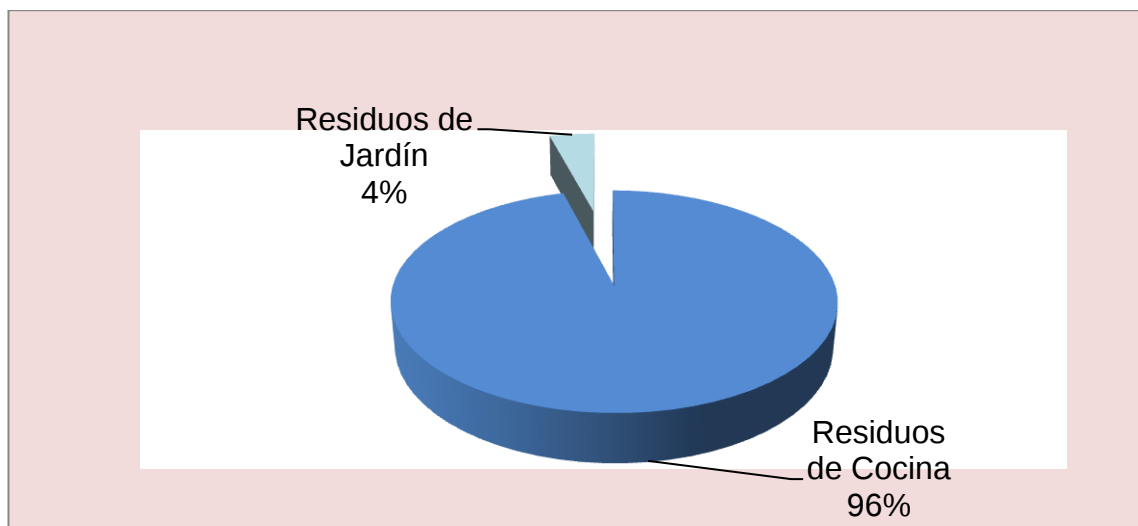


Gráfico 2: Cantidad de fracción orgánica por fracción

En el gráfico 2 se puede observar que la fracción orgánica que se genera en mayor cantidad en El Empalme son los residuos de cocina con un 96%, los residuos de jardín solo representan el 4% del total de la fracción caracterizada.

4.1.2.1. Cálculo de la producción per-cápita y generación de la fracción orgánica

Con el valor total de la fracción orgánica que se obtuvo en la caracterización, el número de vivienda, el promedio de habitantes por vivienda, y el tiempo (15 días), se procedió a calcular la tasa de producción *per-cápita*, utilizando la ecuación 1, en la cual se obtiene una generación *per-cápita* de 0,49 kg que produce un habitante por día de fracción orgánica.

Una vez obtenido el dato de la producción *per-cápita* y tomando en cuenta la población servida por el servicio de recolección (54008 habitantes), que establece el GAD Municipal por medio de la dirección de servicios público y gestión ambiental, se procedió a calcular la cantidad de fracción orgánica mediante la ecuación 2. Obteniendo un total de 26463,92 kg/día de fracción orgánica lo que corresponde a 26 toneladas diarias aproximadamente.

4.1.2.2. Volumen de la fracción orgánica

Con el valor obtenidos de la caracterización de la fracción orgánica, donde se obtuvo un valor de 26.46 ton/día y el dato de la densidad tomado de la caracterización realizada por el GAD Municipal El Empalme en el año 2013 de 0.365 ton/m³ se procedió a determinar el volumen diario de la fracción orgánica utilizando la ecuación 3, en la cual se obtuvo un volumen de 72,49 m³/día.

4.1.3. Compost de la fracción orgánica escala piloto

La conformación de la pila del compost se realizó en horas de la mañana con una temperatura ambiente de 25 °C. El área total del ensayo es de 4 m de largo y 3 m de ancho, dentro de esta área se conformó la cancha de compostaje la cual está determinada por unidad de pilas o parvas, es decir se conformaron tres pilas y cada pila tenía una dimensión de 1m de ancho por 1,5m de largo, se consideró además el espacio por pilas a lo cual se le denomina pasillo con una dimensión de 50 cm por pilas.

La muestra total para la siembra del compost fue tomada del último día de la caracterización con un total de 278,81 kg, además se tomó 457,6 kg en los mercados anteriormente mencionados, teniendo un total de 736,41 kg de fracción orgánica para la producción del compost. La trituración se la realizó manualmente, el tamaño de la fracción orgánica estuvo entre 2,5 y 2,7 mm como indica el autor Tchobanoglous *et al.* (1998).

4.1.3.1. Temperatura de las pilas del compost

En las tres pilas se comprobó el aumento de la temperatura en menos de una hora, teniendo una temperatura inicial de 44.9 °C pila 1, 44.3°C pila 2 y 44.5°C pila 3, a partir del segundo día se da un aumento de la temperatura desde los 45 °C hasta los 56 °C aproximadamente, valor que se notó hasta el cuarto día, la fase termófila duro hasta los 15 días para las tres pilas.

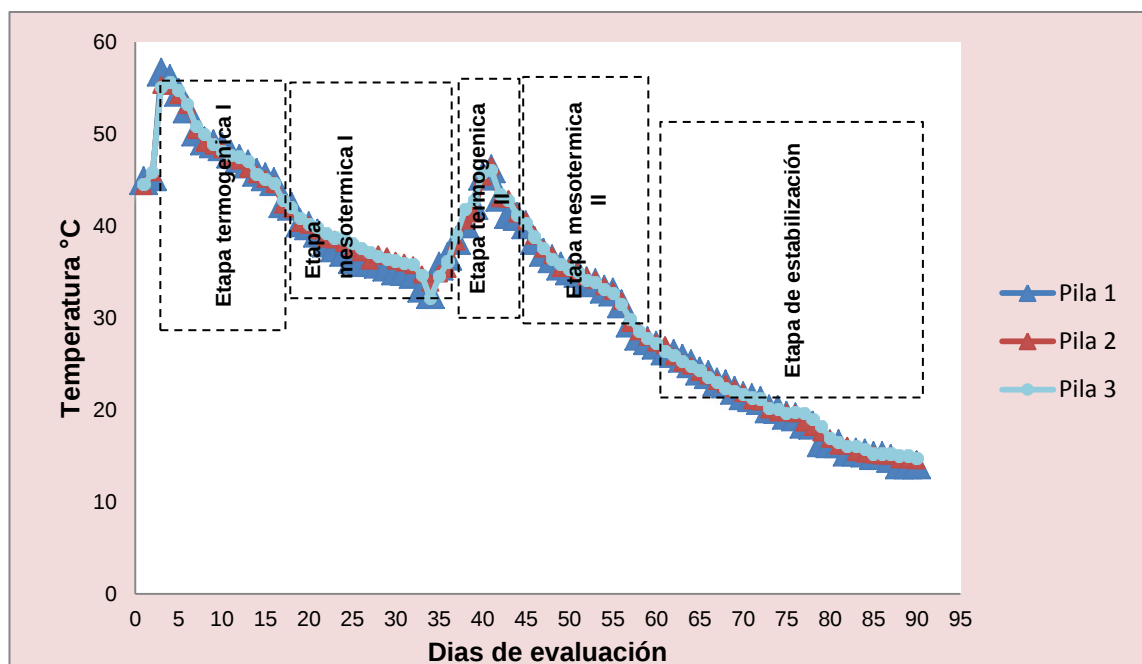


Gráfico 3: Temperatura registrada durante el proceso de compostaje

El comportamiento de la temperatura representado en el gráfico 3, fue similar para los tres tratamientos, tal comportamiento se lo atribuye a que el material a compostar fue el mismo para las tres pilas cambiando únicamente el material

de mezcla. En el anexo 6 podemos observar los valores diarios de temperatura de cada pila en los tres meses que duro el proceso.

4.1.3.2. Porcentaje de humedad del compost

El porcentaje de humedad que presentó la fracción orgánica antes de la conformación de las pilas, fue de 75 %, a su vez se realizó un análisis de humedad para los tres materiales de mezcla (anexo 7) teniendo como resultado, el aserrín con un porcentaje del 23%, la cascarilla de arroz el 25 % y las hojas secas un 35 %.

A través de una técnica que propone el autor Tchobanoglous *et al.* (1998) para determinar la relación C/N se pudo verificar el contenido de humedad para las tres pilas (anexo 8), siendo para la pila 1 (mezcla con aserrín), un porcentaje del 58%, para la pila 2 (mezcla con cascarilla de arroz) del 61% y para la pila 3 (mezcla con hojas secas) el 66%.

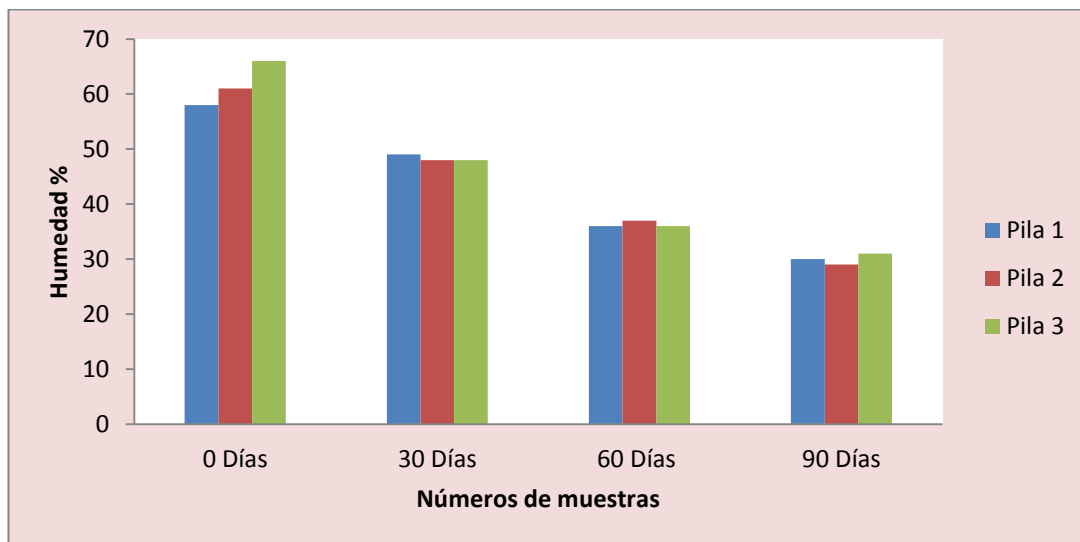


Grafico 4. Variación del contenido de humedad (%) del compost

En el grafico 4, se exhiben los resultados del porcentaje de humedad durante los tres meses que duro el proceso, lo cual indica que los valores que allí se establecen están dentro de los parámetros que indica el autor Tchobanoglous *et al.* (1998).

Al finalizar el proceso se constató un porcentaje de humedad de 30% para la pila 1, el 29 % pila 2 y el 31% pila 3. La pila con mayor disminución de porcentaje es la pila 3, la cual del 66 % redujo al 31 %.

4.1.3.3. Contenido nutrimental del compost

El contenido nutrimental del compost comprenden; materia orgánica (M.O), relación C/N, potencial de hidrogeno (pH), nitrógeno total (N_t), fósforo (P), y potasio (K), Los datos obtenidos están determinados en porcentaje y se especifican a continuación.

4.1.3.3.1. Contenido de materia orgánica (M.O)

Los porcentajes y $Kg. t^{-1}$ (base seca) que se detallan en el cuadro 7 y su representación en el gráfico 5, son tomados de los análisis realizados en el INIAP.

Cuadro 7. Contenido de materia orgánica durante el compostaje

Números de muestras	Contenido de Materia Orgánica (M.O)					
	Pila 1		Pila 2		Pila 3	
	%	$Kg. t^{-1}$ base seca	%	$Kg. t^{-1}$ base seca	%	$Kg. t^{-1}$ base seca
30 Días	28	280	28	280	28	280
60 Días	24	240	23	230	24	240
90 Días	21	210	21	210	21	210

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 5. Contenido de materia orgánica durante el compostaje

Según el análisis de laboratorio, las tres pilas de compost alcanzaron el mismo contenido de materia orgánica al finalizar el proceso con el 21%. Se asume que los valores que allí se exponen se deben a que el material de partida fue el mismo para las tres pilas cambiando únicamente el material de mezcla.

4.1.3.3.2. Contenido de relación C/N

Los valores que se pueden observar en cuadro 8, y su representación en el gráfico 6, indican un decrecimiento a lo largo del proceso, esto se debe a la descomposición del material.

Cuadro 8. Contenido de la relación C/N durante el compostaje

Números de muestras	Relación C/N		
	Pila 1	Pila 2	Pila 3
0 Días	29,8	29,4	30,3
30 Días	25	24,7	25
60 Días	22,7	22,5	22,8
90 Días	17,8	18,6	18,2

Fuente: Elaboración propia

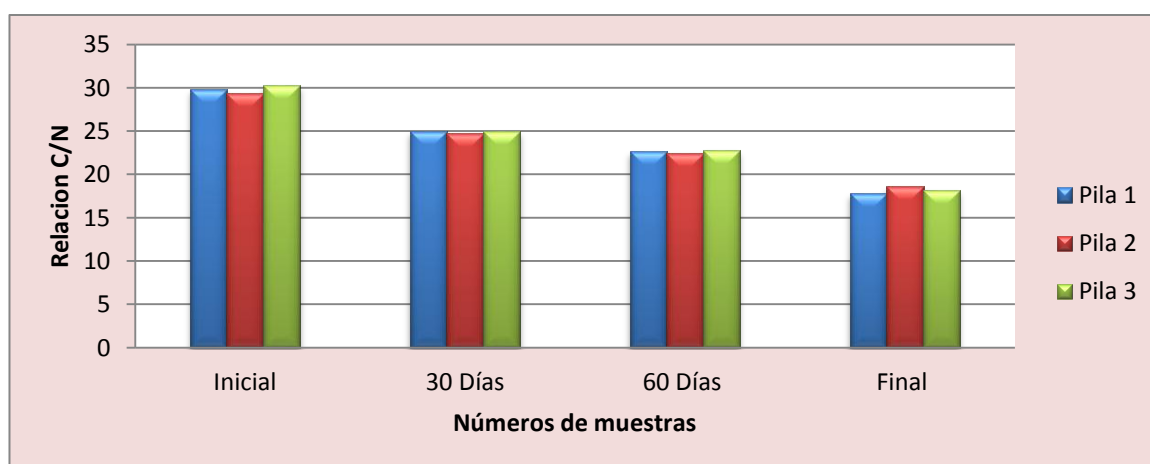


Grafico 6. Contenido de relación C/N durante el compostaje

La muestra representativa de fracción orgánica que se tomó para el análisis en el laboratorio presentó una relación C/N de 15, la misma que se logró regular a un intervalo de 25 a 50 establecido para el proceso de compostaje según el

autor Tchobanoglous *et al.* (1998), en el anexo 9, se muestran los valores de la relación C/N para las tres pilas.

Al finalizar el compostaje se registró una relación C/N de 17.8 para la pila 1, 18.6 pila 2 y por último 18.2 pila 3.

4.1.3.3.3. Contenido de potencial de hidrogeno pH

En el cuadro 9 se especifican los resultados del pH de cada pila y su representación en el grafico 7.

Cuadro 9. Valor del pH durante el compostaje

Números de muestras	pH		
	Pila 1	Pila 2	Pila 3
30 Días	5,1	5,1	5,2
60 Días	6,9	6,8	6,8
90 Días	7,2	7,2	7,1

Fuente: Elaboración propia

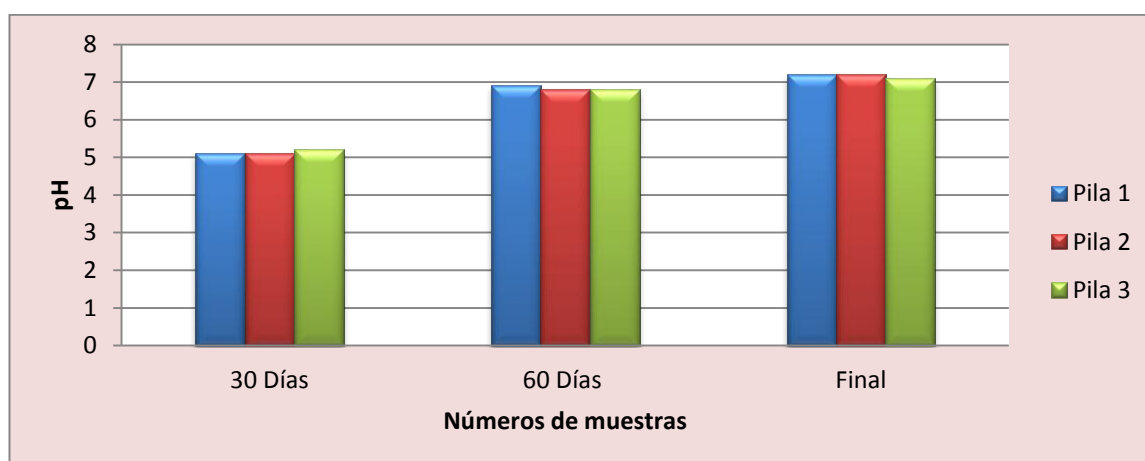


Gráfico 7. Valor del pH de las tres pilas del compost

Antes de la conformación de las pilas se constata un pH de 6,3 (anexo 7), esto favoreció en la reproducción de los microorganismos. A los 30 días de conformación de las pilas se obtuvo un pH de 5,1 pila 1 y 2 y 5,2 pila 3, el descenso de tal parámetro, obedece a la baja de temperatura del compost

presentada en los días que se realizó el análisis. Con el volteo la temperatura sube y por ende el pH tiende a subir.

A los 60 días la temperatura alcanza un valor de 27 °C aproximadamente por lo tanto el pH se empieza a estabilizar presentando un valor de 6,9 pila 1 y 6,8 pila 2 y 3. Al finalizar el compost, se obtiene un pH de 7,2 para la pila 1 y 2, mientras que para la pila 3 se logra un pH de 7.1, valores que se encuentran dentro de la neutralidad, lo cual indica que el compost está terminado.

4.1.3.3.4 Contenido de nitrógeno total (N_t), fósforo (P), y potasio (K)

Los datos obtenidos para el contenido de N_t , P, K, en las tres pilas del compost se detallan en el cuadro 10.

El contenido de nitrógeno total es similar para las tres pilas, donde se pudo evidenciar un aumento a lo largo del proceso, de igual manera ocurrió con el fósforo, que de 0,35 % valor más bajo presente en la pila 2 y 3, aumento a 1,3 % aproximadamente, el mismo patrón se obtuvo para el contenido de potasio la cual se notó un aumento del mismo en las tres pilas. Como se puede evidenciar cada elemento (N_t , P, K.) aumenta a medida que avanzó la descomposición de la fracción orgánica.

Cuadro 10. Contenido de N_t , P, K durante el compostaje

Números de muestras	Contenido de nitrógeno total (N_t) %			Contenido de fósforo (P) %			Contenido de potasio (K) %		
	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 1	Pila 2	Pila 3
30 Días	1,4	1,42	1,4	0,36	0,35	0,35	0,92	0,94	0,91
60 Días	1,72	1,69	1,71	0,67	0,69	0,67	1,3	1,44	1,4
90 Días	2,3	2,2	2,3	1,2	1,2	1,3	1,65	1,62	1,62

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de cada nutriente se transformaron a kilogramos teniendo como resultados los valores que se presentan en el cuadro 11, en este cuadro se puede observar la disponibilidad de kg por tonelada de cada nutriente analizado.

. Cuadro 11. Disponibilidad de kg.t⁻¹ en cada muestra

Números de muestras	Contenido de N _t (Kg. t ⁻¹ base seca)			Contenido de P (Kg. t ⁻¹ base seca)			Contenido de K (Kg. t ⁻¹ base seca)		
	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 1	Pila 2	Pila 3
30 Días	14,0	14,2	14,0	3,60	3,50	3,50	9,20	9,40	9,10
60 Días	17,2	16,9	17,1	6,70	6,90	6,70	13,0	14,4	14,0
90 Días	23,0	22,0	23,0	12,0	12,0	13,0	16,5	16,2	16,2

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4. Rendimiento del proceso de compostaje

La fracción orgánica para las tres pilas se dio por partes iguales teniendo así 245,47 kg para cada pila, a su vez se determinó la cantidad del material de mezcla, la cual se obtuvo que para cada kg de fracción orgánica se incrementara 0.51 kg de aserrín, 0,38 kg de cascarilla de arroz y 0,26 kg de hojas seca.

El cuadro 12, se presentan las cantidades iniciales y reducciones de la fracción orgánica para las tres pilas con diferentes materiales de mezclas.

Se pudo determinar que la pila que tuvo la menor pérdida es la pila 1 con el 42 %, mientras que la pila 2 y 3 se registró una pérdida del 43 %. Esto está acorde con lo que dice Tchobanoglous *et al.* (1998), donde establece una pérdida del material del 45 %.

Cuadro 12. Cantidad inicial y final del material compostado

Números de muestras	Material de mezcla	Material De Partida (Kg)	Material Final (Kg)	Pérdida por Descomposición y Refinación (%)
Pila 1	Aserrín	370,65	214,97	42
Pila 2	Cascarilla de arroz	338,75	193,09	43
Pila 3	Hojas secas	309,29	176,3	43
Total		1018,5	584,36	42,64

Elaborado por autora

4.2. PROPUESTA DEL DISEÑO

4.2.1. Presentación

Luego de haber elaborado el compostaje a escala piloto, se diseñó el área de compostaje para el tratamiento aerobio de la cantidad total de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbano orgánicos, provenientes de fuentes domiciliarias y mercados de la ciudad El Empalme.

4.2.2. Introducción

La situación actual del manejo de los residuos sólidos orgánicos en la ciudad El Empalme ha generado el surgimiento de iniciativas que tienen como propósito contribuir a la problemática ambiental que se está dando a nivel mundial. El compostaje es una técnica que permite la disminución de hasta un 75% en el peso de los residuos que vayan a ser depositados en el sitio de disposición final en este caso en el vertedero a cielo abierto ubicado en el Recinto La Caracas a 5 km de la urbe de la ciudad.

La presente propuesta está enfocada en el diseño del área, para el aprovechamiento de la fracción orgánica y a su vez establecer la necesidad de los equipos, los materiales y el presupuesto para el cumplimiento y realización de las diferentes acciones que deban desarrollarse a lo largo del proceso de compostaje, para que con el tiempo pueda ser implementada por las autoridades correspondientes al caso, tomando en cuenta que un compostaje bien operado dentro de los criterios de eficiencia técnica y económica puede presentar un beneficio económico y ambiental en el manejo de los residuos sólidos.

4.2.3. Diseño del área de compostaje

El diseño está basado en los datos obtenidos de la caracterización de la fracción orgánica.

4.2.3.1. Longitud de la unidad de compostaje

Para construir la unidad de compostaje se consideró la masa total de los residuos sólidos toneladas días con un valor de 26,46 ton/diarias con un volumen de 72.49 m³, datos que se obtuvieron de la caracterización de la fracción orgánica. Las dimensiones establecidas de la pila serán, base 3 m y altura 1,5 m obteniendo un volumen de 2.25 m³ por metro lineal, Basado en Sztern *et al.*, (1999).

Se dispone un volumen de 72,49 m³ diarios y la capacidad de la pila diseñada es de 2,25 m³ por metro lineal, el cociente entre estos dos volúmenes nos dará la longitud de la unidad de compostaje, Basada en Sztern *et al.*, (1999).

$$72,49 \text{ m}^3 / 2,25 \text{ m}^3 = 32,21 \text{ m}$$

De esta manera se propone 1 pila de 32,21 m para los volúmenes generados de fracción orgánica al día.

4.2.3.2. Tiempo de compostaje

El tiempo de compostaje (Tc) será considerado desde la conformación de las pilas hasta la producción del compost estable, con los resultados obtenidos en la producción a escala piloto y debido al material a compostar considerando que el mejor resultado se obtuvo con el aserrín, se establece un tiempo de compostaje de 90 días.

4.2.3.3. Área de compostaje

La conformación de la pilas se realizara diariamente, es decir diariamente se ocupara un área de base de 96.63 m^2 , el área necesaria para la instalación de las 90 pilas en los 3 meses es de: $96.63 \text{ m}^2 * 90 = 86967 \text{ m}^2$.

Además se considerara el espacio necesario entre pilas a los que comúnmente se les llama pasillos, se propone una operación mecanizada por la cual los pasillo deben tener el suficiente espacio para que las maquinas puedan manejarse adecuadamente, sin poner en riesgo la vida del operador y la estabilidad del compost. Por lo cual el ancho de pasillo será de 4 m.

El cálculo del pasillo se realizó tomando en cuenta el número de pilas menos 1, más el área correspondiente a la mitad del área de la base de una pila.

(# de pilas -1) + (El área correspondiente a la mitad del área de la base de una pila)

$$\text{Pasillos} = (90-1) + (96,63/2)$$

$$\text{Pasillos} = (89) + (48,31)$$

$$\text{Pasillos} = 137,31 \cong 137 \text{ pasillos}$$

El área necesaria para pasillos será de:

$$32,21 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 90 = 11595,6 \text{ m}^2$$

Área total para realizar el compostaje será de:

$$8696,7 \text{ m}^2 + 11595,6 \text{ m}^2 = 20292,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 2.02 \text{ hectáreas}$$

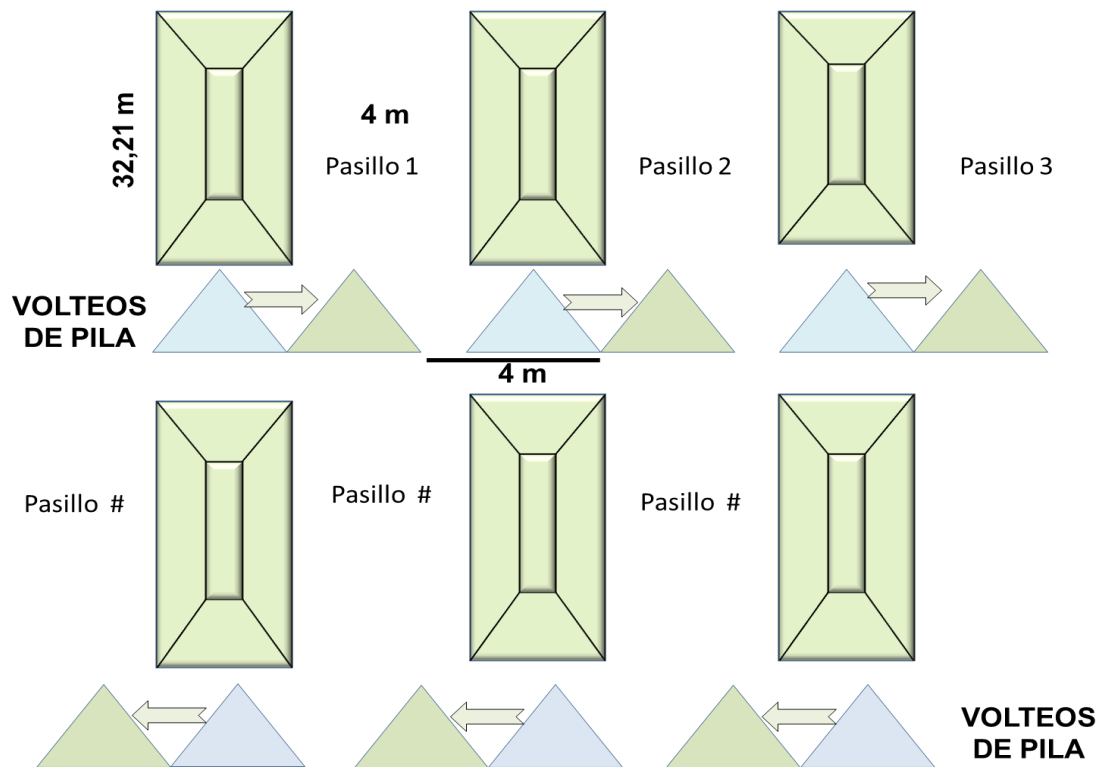


Figura 2. Secuencia de volteos de pilas

En la figura 2 se puede observar la distribución de las pilas en el área de compostaje. Los espacios entre pilas facilitarán las maniobras al momento de realizar el volteo.

4.2.4. Tratamiento de los lixiviados

En el proceso de compostaje, el lixiviado se produce en las primeras semanas de la conformación de las pilas, esto generalmente por el alto contenido de agua que contienen los residuos, especialmente la fracción orgánica de los desechos sólidos. Para evitar la contaminación del suelo y, por ende, de las aguas subterráneas, se recomienda seleccionar un terreno con suelo arcilloso para la planta de compostaje.

En el cuadro 13, tomado del manual de compostaje para municipios realizado por Röben (2002) en Loja Ecuador, se nota que las aguas lixiviadas contienen una alta contaminación.

Cuadro 13. Contaminantes y su concentración en las aguas lixiviadas

Contaminante	Concentración
DBO ⁵	30 000 - 50 000
Total Solido Suspendido (TSS)	7500 - 30 000
Amoniaco (NH ₄)	400 – 1100
Nitrógeno total	500 – 2100
Nitrógeno orgánico	250 – 800
Grasa	250
Fosforo total (P _t)	80 - 260
Cromo (Cr 6+)	4
Plomo (Pb)	1
Cloroacetofenona (CN)	1
Cadmio (Cd)	5
Hierro (Fe)	1
Cobre (Cu)	15
Zinc (Zn)	2

Fuente: Röben, (2002).

Para evitar que el lixiviado se produzcan en gran cantidad y a su vez prevenir la contaminación del suelo y las aguas superficial y subterráneas, se plantea que el material a compostar sea mezclado con material rico en carbono como las hojas secas, aserrín, cascarilla de arroz o papel, este último no es recomendado en su totalidad, por su alto contenido de químicos lo que pondría en riegos la higienización del compost.

El lixiviado puede ser depurado por medio de tratamientos biológicos, lo más recomendable sería un tratamiento en laguna aireadas, ya que esto es lo más fácil y menos costoso aunque se requeriría de un terreno lo suficientemente amplio. La laguna no tiene que ser muy profunda para evitar condiciones anaeróbicas y una putrefacción de las aguas lixiviadas. Una profundidad entre de 10 cm al máximo es ideal. Para lograr una buena higiene, las aguas deberían quedarse en la laguna por lo menos 30 días; lo ideal serían 50 (Röben, 2002).

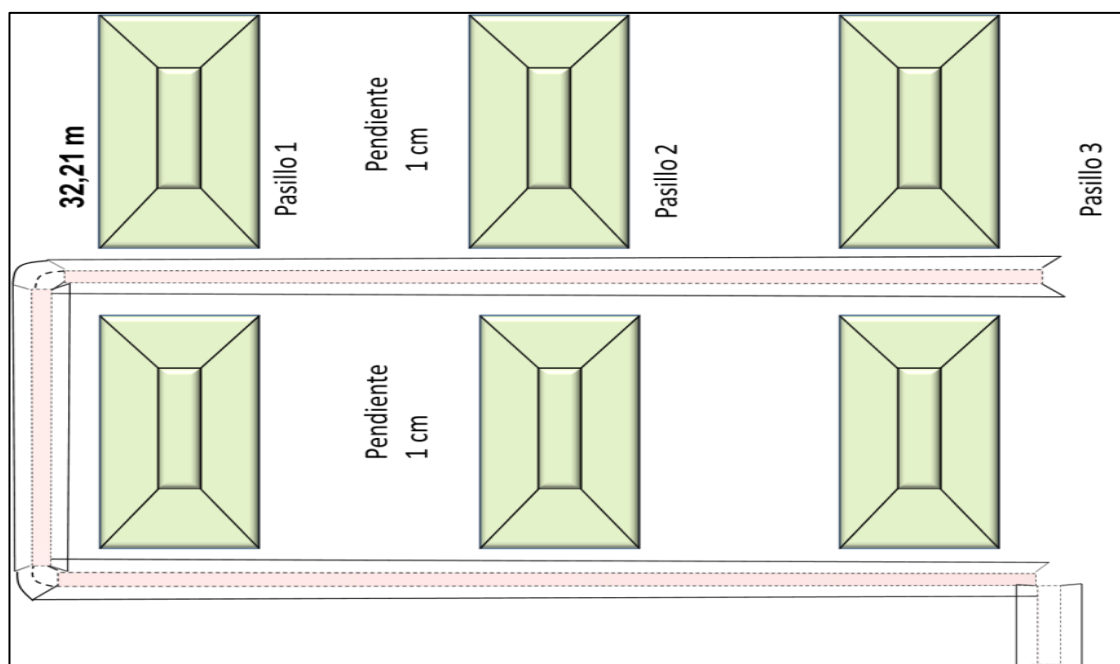


Figura 3. Estructura del área para evacuar los lixiviados

En la figura 4, se puede observar la estructura del área para evacuar los lixiviados hasta la laguna que tiene que encontrarse ubicada al pie del área de compostaje para evitar el acopio y transporte del lixiviado.

4.2.5. Control del compost

Dentro del compostaje deben ser controlados todos aquellos factores que inciden directamente en la calidad del producto final. De esta manera en el cuadro 14, se menciona el control sobre los siguientes aspectos.

Cuadro 14. Control del compost

Aspectos	Factores	Descripción	Procedimiento
Factores climáticos	Lluvia	La lluvia provoca un exceso de humedad disminuyendo la descomposición del material	Techar el lugar con pérgolas de policarbonato
	Temperatura ambiente	Las elevadas temperaturas del ambiente reseca las pilas, reduciendo la actividad microbiana	
Material de partida	Fracción orgánica	Rápidamente putrescible y no debe mezclarse con residuos peligrosos, industriales, etc.	Seleccionar la fracción orgánica

Condiciones físicas del proceso	Granulometría	Si el material es muy grande el área para el ataque microbiano se reduce y tardara en descomponerse. Si el tamaño es muy pequeño impedirán la aireación.	Triturar (tamaño promedio de partícula 50 mm)
	Temperatura de las pilas	Se consideran las siguientes etapas, etapa latente o inicial (10-12°C), etapa mesotérmica 1 (10-40°C), etapa termogénica (40-75°C) y etapa mesotermica 2 (< 40°C)*	El control de este factor se lo debe realizar diariamente.
	Humedad	La humedad al principio del proceso no debe sobrepasar el 60% por que la descomposición disminuiría y se producirán olores desagradables, ni descender al 40% por que los microorganismos disminuirían su labor.	El control de la humedad se debe realizar por lo menos una vez por semana.
	Aireación	En un compost aerobio es fundamental llevar el control de la aireación o ventilación, para lo cual dependerá del porcentaje de humedad que presente el compost	Voltear el compost una vez por semana para lograr una mejor aireación
Condiciones químicas del proceso	Relación C/N	Para que el proceso se desarrolle de forma adecuada se considera que el material de partida debe situarse en un intervalo de 25 a 30. Al finalizar se obtiene una disminución de este parámetro	Se debe realizar antes de la conformación de la pila y una verificación al finalizar el proceso
	pH	Lo ideal sería que el rango del pH se encuentre cerca de la neutralidad (6,5 – 7,5)	Se debe de controlar por lo menos una vez por semana**
	Contenido nutricional	Los principales factores a considerar es el nitrógeno (N), fosforo (P), y potasio (K).	Este análisis se debe realizar al finalizar el proceso.
	Contenido de metales pesados	Con el objetivo de cuidar la salud de los que operan dentro de la planta de compostaje y mejorar la calidad del compost, es recomendado hacer un análisis sobre los metales pesados	El análisis se lo puede realizar anualmente sea este en pleno proceso o en la etapa final

Fuente: Elaboración propia

* Las etapas mencionadas son las que determinan la temperatura la cual va cambiando sucesivamente hasta alcanzar un máximo de 75 °C para luego descender hasta la temperatura ambiente 25 °C en la cual se considera que el compost ya está estabilizado.

** Mediante el seguimiento del pH se puede tener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH (Moreno y Herrero, 2007).

4.2.5.1. Valores referenciales para determinar las concentraciones de cada parámetro considerado

En el cuadro 15 se exponen datos tomados de la Norma Mexicana NADF.20AMBT-2011, la cual se utilizó como herramienta para determinar los valores máximo de concentración de los parámetros considerados. Los límites que se establecen no tienen validez legal dentro de Ecuador pero pueden ser tomados como referencias internas.

Cuadro 15. Valores referenciales de cada parámetro

Parámetro	Tipo de composta		
	A	B	C
Uso recomendado	Sustrato en viveros y sustituto de tierra para maceta	Agricultura ecológica y reforestación	Paisajes áreas verdes urbanas y reforestación
Humedad	25 – 35 %		25 - 45 %
pH	6.7 – 7.5		6.5 – 8
Materia Orgánica	> 20% MS		> 25 % MS
Carbono Total	Debe indicarse en la etiqueta el resultado del último análisis realizado		
Nitrógeno total % MS			
Relación C/N	< 15	< 20	< 25
Macronutrientes (NPK) En % MS	De 1% a 3% en cualquiera de ellos y su suma ≤ 7%: portará la leyenda "Composta -mejorador de suelos. Si cualquiera excede 3% o la suma es mayor a 7% Debe portar la leyenda "Composta para nutrición vegetal" y se indicarán las cantidades para cada macronutriente.		
Granulometría	≤ 10mm		≤ 30 mm
Diferencia de temperatura con el ambiente medida a una profundidad ≥ 50 cm	≤ 10°C		≤ 15°C

Fuente: Norma NADF.20AMBT-2011

Para determinar los valores límites de metales pesados, se tomó como referencias los valores que provee la Unión Europea para la concentración de metales pesados dentro del compost, que, al igual que la norma mexicana no tendrá validez legal dentro del país.

Cuadro 16. Valores límites de la concentración de metales pesados dentro del compost

Metal	Límite de concentración (mg/kg)
Plomo	250
Cadmio	2,5
Cromo	200
Cobre	200
Níquel	100
Mercurio	2
Cinc	750

Fuente: Unión Europea

4.2.6. Madurez del compost

Para establecer el grado de madurez del compost se tiene que someter a un proceso llamado test de autocalentamiento, el cual se trata de la medida exotérmica del material. El instrumento utilizado para realizar el test de autocalentamiento es un vaso Dewar de medidas estandarizadas.

Para inicial el proceso se zarandea la muestra a 10 mm, luego se comprueba la humedad de la misma, dicha humedad debe de estar dentro del 30 a 40 %. Seguidamente se introduce la muestra en el vaso Dewar sin compactarla, se cierra el recipiente y se coloca el termómetro a una profundidad media del total de la muestra, por último se registra la temperatura hasta que empiece a disminuir y estabilizarse. Para establecer la temperatura del material se registra la temperatura ambiente de la sala en la que se encuentra el recipiente y se resta a la temperatura del proceso. El tiempo del ensayo puede durar de 3 días o una semana según el compost, sea este joven o maduro.

Cuadro 17. Grados de madures del compost

Grados de madurez	Temperatura obtenida en el ensayo	Categoría de producto
I	> 60	Residuos orgánicos
II	50 - 60	Compost no curado
II	40 - 50	Compost con madurez media
IV	30 - 40	Compost curado maduro
V	< 30	Compost curado 100% maduro

Fuente: Roben, (2002).

4.2.7. Requerimiento de maquinarias, equipos y materiales en una planta de compostaje

Los datos básicos para determinar la necesidad de los equipos y materiales, incluyendo todos los presupuestos para el cumplimiento y realización de las diferentes acciones, que deban desarrollarse a lo largo del proceso se detallan a continuación.

- **Maquinarias**

Para una planta de compostaje en la que se manipulen más de 20 toneladas de residuos por día, se recomienda que las operaciones que se den dentro de las mismas sean mecanizadas, por lo cual se requerirá de ciertas maquinarias para la operación de varias actividades. En el cuadro 18, se establece las maquinarias necesarias y sus funciones.

Cuadro 18. Maquinarias mecanizadas dentro del proceso del compost

Maquinaria	Funciones	
Trituradora	Tritura toda clase de sólidos, con recolección y descarga hidráulica (hasta 2 metros de altura) en remolques o vehículos de transporte.	
Maquina volteadora	Remueven o trasladan el compost permitiendo su correcta aireación.	
Pala cargadora	Llevar el material de mezcla a la pila, otras funciones.	
Tractor	Sirve para arrastrar las maquinarias pesadas (trituradora, volteadora).	
Cribas de trómel	Permite que los materiales más finos queden retenidos en su interior, a la vez que los materiales más gruesos siguen su curso hasta el final del tambor.	

Fuente: Elaboración propia

- **Equipos**

El uso de varios equipos incluyendo los de protección personal es indispensable para llevar el control del proceso del compost, estos se pueden observar en el cuadro 19.

Cuadro 19. Equipos indispensables en el proceso del compost

Equipos	Funciones	
Peachimetro	Mide directamente el pH de suelo o cualquier sustancia.	
Termómetro digital	Mide la temperatura de los sólidos.	
Equipo de seguridad industrial	Proteger al personal que labore dentro del área	
Carretilla, pala, etc.	Realizar varias actividades dentro del proceso de compostaje.	

Fuente: Elaboración propia

- **Materiales**

Los materiales considerados se describen en el cuadro 20, los mismos que representan un gasto económico elevado al inicio de la planta de compostaje.

Cuadro 20. Materiales utilizados en la construcción de la planta de compost

Materiales	Funciones	
Pérgolas de polietileno	Cubierta del área de compostaje	
Materiales de construcción	Realizar todas las infraestructuras para las funciones de la planta de compostaje.	

Fuente: Elaboración propia

4.2.7.1. Costes de inversión de la planta de compostaje mecanizada

El valor o coste de las plantas de compostajes mecanizadas son elevados, debido a la adquisición de maquinarias para realizar varias actividades dentro del proceso de compostaje. Los costos para la mano de obra son principalmente los mismos que para el compostaje manual, debido a que se va requerir personal para el manejo y mantenimiento de las maquinas.

En Ecuador no existe planta de compostaje mecanizada, por lo cual se desconoce el coste de inversión en maquinarias, los datos expuesto para cada maquinaria es tomada de otros países, y puede notarse una diferencia significativa a la hora de implementarse el proyecto.

Cuadro 21. Costes de inversión de plantas de compostaje mecanizadas

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (planta mecanizada)			
Concepto	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
MAQUINARIAS			
Trituradora	1	9000	9000
Maquina volteadora	1	30000	30000
Pala cargadora	1	1000	1000
Tractor	1	26000	26000
Cribas trómel	1	85000	85000*
Subtotal de maquinarias			151000
EQUIPOS			
Peachimetro digital	1	120	120
Termómetro digital	1	120	120
Equipos de seguridad industrial	-	-	1000
Carretilla, pala, etc.	Varios	-	250
Subtotal de equipos			1490
MATERIALES			
Materiales de construcción	Varios	-	5000
Pérgolas de policarbonato	Varios	-	1500
Subtotal de equipos			6500
TOTAL			158990

Fuente: Elaboración propia

* Se puede sustituir por las cribas manuales (tamiz).

4.2.7.2. Análisis de costes por kilogramo de compost.

Para determinación de esta variable se consideró únicamente el valor del proceso de compostaje, donde solo se tomó en consideración los valores de la obtención de la fracción orgánica y material de mezcla, mano de obra, análisis, e imprevistos, todos estos englobados en gastos del 30%. En el cuadro 22, se puede observar que por cada kg de compost estable se invertirían 0,04 centavos.

Cuadro 22. Análisis de cotes por kilogramo de compost

Detalles	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Fracción orgánica	3000	Kg.	0,00	0,00
Aserrín	1530	Kg.	0,00	0,00
Subtotal 1				0,00
Mano de obra 25%				88,50
Análisis 4%				4,00
Imprevistos 1%				1,0
Total				94,50
Rendimiento (42% de pérdida)				kg 1902,60
Costo por kg de compost estable				\$ 0,04

Fuente: Elaboración propia

4.3. DISCUSIÓN

El diagnóstico de los residuos sólidos en la ciudad de El Empalme determina que la situación actual de los mismo no es la correcta debido a que solo se establece la recolección y disposición final en el botadero a cielo abierto, por lo cual argumenta Céspedes y Rojas (2014), que el problema de la basura y su eliminación se ha convertido en un tema crucial a nivel global porque ocasionan un gasto social y económico importante a los gobiernos.

Los entes gubernamentales responsables del manejo de los residuos sólidos no han tomado el total interés en el problema de los mismos dándole prioridad a otras actividades, por lo que menciona Ponce (2008), que, de nada serviría preparar a los ciudadanos en conocimientos sobre manejo de residuos sólidos si no se implementa la legislación e infraestructura necesaria para ello y no se manifiesta la voluntad política para realizarlo.

Según el criterio del 89,9 % de los encuestados, menciona que la recolección de los residuos sólidos en la ciudad El Empalme es diaria, debido a que el GAD, municipal dispone que la recolección se realice diariamente, esto concuerda con lo dicho por Gaibor (2012), la cual argumenta que en Riobamba, los ciudadanos en su gran mayoría (88,3 %), almacenan sus residuos por un día, debido a que la disposición de administración es que la cantidad generada sea colocada diariamente en la puerta de cada casa o local para que el personal de limpieza lo retire.

Menciona Cadena (2013), que la clasificación de los residuos sólidos en la parroquia Peñaherrera del cantón Cotacachi se da en un 75 % la cual hacen una clasificación de orgánicos e inorgánicos. En la ciudad El Empalme el 5,1 % clasifica los residuos sólidos, vale mencionar que solo clasifican lo que es chatarra, papel y botellas de plásticos, este bajo porcentaje indica que no existe interés por parte de la ciudadanía a preservar el medio ambiente, y que las autoridades no han hecho nada sobre el tema.

Según Paucar (2013), dice que la imagen del cantón Píllaro no es del todo limpia, ya que se encuentran residuos tirados en las calles, algo similar sucede en la ciudad El Empalme donde se observa residuos tirados de toda clase, por lo que argumenta Paucar (2013), que sería necesario que las autoridades mejoren el aspecto.

La capacitación que se ha proporcionado en la ciudad El Empalme sobre los residuos sólidos, no es suficiente para que la ciudadanía tome conciencia y desarrolle habilidades y actitudes que favorezcan el manejo de los mismos, por lo cual argumenta Ponce (2008), que sin la participación de todos los agentes implicados en la generación y gestión de los residuos no se puede solucionar el problema y de nada serviría la existencia de gran cantidad de contenedores para recuperar vidrios, latas, papel y otros, si no existe una actitud ciudadana favorable a la utilización de los mismos.

Guerra (2014) afirma que en el país el 86% de los municipios generan menos de 50 toneladas al día, por lo cual cada uno de los GADs, deben de tomar acciones claras y determinantes para que puedan tener procesos de separación en las fuentes de recolección y aumentar los porcentajes de los mismos, además de aprovechar los residuos sólidos, dicha afirmación concuerda con lo expresado por la ciudadanía en la cual indica en un 50,8 % que es muy necesario y en un 49,2 % que es necesario la implementación de un programa para aprovechar los residuos sólidos

La producción per cápita de fracción orgánica en el cantón Santa Cruz (2010), es de 0,35 kg/hab*día., el valor que presenta esta investigación es de 0,45 kg/hab*día, se asume que la diferencia de valores se da a la diferencia de años en las que se realizaron los estudios.

Según el MAE (2013), en el país se generan alrededor de 11 mil toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales 61.4% son residuos orgánicos. La generación de fracción orgánica en la ciudad El Empalme es de 26,46 ton/día, este valor representa aproximadamente el 75% del total de los residuos, este

porcentaje es elevado comparado con la generación de dicha fracción a nivel nacional por lo que se asume que se puede deber a que El Empalme es un cantón netamente agrícola y por lo tanto la producción de fracción orgánica va ser mayor, si se compara con cantones de iguales características se tiene que los valores son similares, es el caso de la ciudad de Vinces, en donde según Acosta (2005) la generación de residuos orgánicos era de 72,1% realizando una proyección por la misma autora se tiene que en el año 2014 la producción es de 76%.

Dentro del compost realizado a escala pilotos la temperatura del mismo, fue similar para las tres pilas, notándose un aumento a los dos días de la conformación de las mismas y estabilizándose a los 64 días con una temperatura de 24°C. Lo que está cercano a lo que dice Tierra (2010), en una evaluación nutrimental de compost proveniente de cuatro combinaciones de desechos orgánicos realizado en Riobamba en la cual se presenta un aumento de temperatura a los tres días de conformación de las pilas, notándose una estabilización a los 80 días del proceso, con una temperatura de 24°C.

El tiempo de estabilización que presenta Tierra (2010) y el tiempo de estabilización de esta investigación se deben a que el autor antes mencionado, realizo el compost con varios porcentajes de material mientras que el compost que se realizó en esta investigación fue la misma cantidad de fracción orgánica para las tres pilas, cambiando únicamente el material de mezcla.

En cuanto a los tres nutrientes principales (NPK) considerados en el compost se observa que los valores de cada elemento son similares para las tres pilas, donde el nitrógeno de 1,4 % aumentó al 2,3 %, el fosforo de 0,36 % a 1,3 % y el potasio de 0,94 % a 2,21 %, esto concuerda con lo expresado por Castro, *et al.*, (2009) en un estudio realizado para determinar la capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos donde expone los porcentajes de nitrógeno que van desde 0,9 - 2,12%, el fosforo desde 0,36% - 3,02%, y el potasio desde 0,94 y 2,21%. Estos intervalos se encuentran enmarcados dentro de los que establece la norma Mexicana NADF.20AMBT- (2011), en la

cual se establece que de 1% a 3% en cualquiera de ellos y su suma $\leq 7\%$: será un compost apto para mejorar el suelo y si cualquiera excede 3% o la suma es mayor a 7% será idóneo para nutrición vegetal.

Al finalizar el proceso, los valores de la relación C/N en las tres pilas estudiadas fueron para la pila 1; 17,8, pila 2; 18,6 y pila 3; 18,2 respectivamente, se asume que los valores alcanzados se lograron porque tanto el material nitrogenado y carbonado fueron incorporados en cantidades adecuadas, esto según la técnica que propone Tchobanoglous (1994), la cual se puede apreciar en el anexo 9 aplicado para cada material de mezcla de la investigación realizada, los valores presentados son un poco elevados en comparación con los presentados por Quinatoa (2012), donde de ocho tratamientos el más elevado es 13,6. Sin embargo los valores descritos mantienen buenos niveles de relación C/N en relación con la norma Mexicana NADF.20AMBT (2011), la cual establece la relación C/N < 15 compost tipo A, < 20 compost tipo B y < 25 compost tipo C.

El pH alcanzado en el estudio muestra una tendencia neutra, con valores de 7,2 pila 1 y 2, y 7,1 pila 3, por lo que se alcanzó valores adecuados que determinan la calidad del compost, y según lo que establece la norma NADF.20AMBT (2011), los valores que se encuentra dentro del intervalo de 6,7 a 7,5 son indicadores de un compost tipo A.

Barrena (2006) ha identificado que la fracción orgánica de los residuos sólidos es la principal causa de emisiones de gas y origen de lixiviados que se produce en los vertederos, por lo cual se propone el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos en la ciudad El Empalme que no solo puede representar beneficio económico sino que también ambiental, como lo indica Cáceres (2014), que además de recuperar la materia orgánica, se busca reducir la utilización de fertilizantes químicos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico sobre el manejo actual de los residuos sólidos en la ciudad El Empalme se pudo verificar que el problema empieza desde las autoridades, ya que no le dan el interés necesario al tema, no hacen nada para fomentar los buenos hábitos en el manejo de los mismos, porque desde que se creó la ciudad no se han ubicado contenedores en las principales vías del centro de la ciudad, en base a lo dicho el 55.9 % de la población asegura que no existe un manejo adecuado de los residuos sólidos y esto se puede constatar en la observación directa donde se observó la ciudad sucia de residuos.
- La producción *per cápita* de la fracción orgánica de los residuos sólidos en la ciudad El Empalme es de 0,49 kg/hab*día, la ciudad cuenta con 54008 habitantes que se sirven del servicio de recolección, la misma que produce una cantidad de fracción orgánica de los residuos de 26,46 tonelada diarias, lo que representa casi el 75% del total de los residuos sólidos recolectados.
- Dentro del proceso de compostaje a escala piloto se pudo notar que las tres pilas, tuvieron cambios físicos con respecto al tiempo, los más notorios fueron la textura, reducción del volumen, tamaño de las partículas, olor y color, además se finiquita que los tres tratamientos estuvieron dentro de los parámetros establecidos por el autor tchonobugloos *et al.*, (1994).
- Lo que concierne a la temperatura esta se empezó a estabilizar a los 64 días con una temperatura de 24°C, logrando disminuir a 14,0°C pila 1, 14,6°C pila 2 y 15,0 pila 3, manteniéndose en este rango hasta los 90 días en la cual se da por terminado el proceso.

- En cuanto se refiere a la humedad del compost, esta disminuyó paulatinamente a medida que avanzaba el proceso, logrando de esta manera llegar y mantenerse a 30 % (pila 1), 29 % (pila 2) y 31 % (pila 3), que según la norma NADF.20AMBT (2011), los valores que se encuentren dentro del 25 a 35 % se considera ideal para un compost tipo A.
- Se acepta la hipótesis nula “El aprovechamiento de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos mediante la técnica del compostaje es una alternativa viable para el manejo de la basura en la ciudad de El Empalme”, esto se puede corroborar con los datos presentados en la elaboración del compost a escala piloto, donde los valores dentro del proceso de compostaje y al final del mismo mantuvieron rangos dentro de los que establece la norma Mexicana NADF.20AMBT (2011), tomada como herramienta para establecer los límites máximos de los parámetros estudiados dentro del compost (temperatura (°C), humedad (%), materia orgánica (%), relación C/N, pH, nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%) granulometría (mm)), se recomienda la mencionada Norma debido a que en Ecuador no existe normativa para controlar dichos parámetros.

5.2. RECOMENDACIONES

- Al GAD municipal El Empalme, incentivar a la ciudadanía en la separación y reciclaje de los residuos sólidos bajo un enfoque de prevención de la contaminación, mejora continua y cumplimiento de normas y leyes.
- Implementar el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos, debido a que estos representan el (75%) en la producción diaria de la ciudad. Para lograr la disminución de contaminación del suelo, agua, aire, y a su vez obtener beneficio económico y plazas de trabajo.
- Llevar a cabo el proceso de compostaje utilizando el método por pilas con mezcla de aserrín, y a su vez realizar estudios posteriores que permitan ir mejorando la calidad del compost.
- Para la cantidad de 26,46 toneladas días, se recomienda la conformación de una pila diaria de 32,21 m de longitud, 3 m de ancho y 1,5 m de alto, en la cual el proceso de compostaje tendrá una duración de tres meses aproximadamente.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. LITERATURA CITADA

- Acosta, M. (2005). Propuesta para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la ciudad de Vinces, Provincia de los Ríos – Ecuador. (Tesis de grado. Escuela Politécnica del Ejército). Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/827>
- Acuerdo Ministerial No. 028. Edición Especial. Sustituyese el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (2015).
- Atocena, A. (2005). Residuos sólidos urbanos. Manual de Gestión Integrar. Recuperado de: http://www.cempre.org.uy/docs/manual_girsu/capitulo_1_y_capitulo_2.pdf
- Barrena, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. Recuperado de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf?sequence=1>
- Berent, M. y Vedoya, D. (2005). Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos un Ciudades Intermedias del NEA, Orígenes, Tipos y Composición de Residuos. Recuperado de: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-.pdf>
- Bustos, C. 2009. La problemática de los desechos sólidos. Recuperado de: http://iies.faces.ula./Revista/Articulos/Revista_27/Pdf/Rev27Bustos.pdf.
- Cabildo, M. 2010. Reciclado y Tratamiento de Residuos. Recuperado de http://books.google.com.ec/books?id=jXEFxC3GiGQC&pg=PA113&dq=propiedades+quimicas+de+los+residuos+solidos+urbanos&hl=es&sa=X&ei=IUH9U6_eKonnsASHnoGICA&ved=0CCYQ6AEwAg#v=onepage&q=propiedades+quimicas+de+los+residuos+solidos+urbanos
- Cáceres , D. 2014. Planta de compostaje duplica su producción. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/149780-planta-de-cocomp>

- Cadena, E. (2012) Propuesta de un Plan de Manejo Participativo de Residuos Sólidos Domésticos en la Parroquia de Peñaherrera, cantón Cotacachi. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/239/1/>
- Calvachi, V. y Navarro, N. (2013). Evaluación de la Incineración de los Residuos Orgánicos Biodegradables de los Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6645>
- Carola, C. (2007). Modelo estadístico que permite inferir concentración de potasio en (compost) producido a partir de desechos urbanos. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079840200007&script=sci_artte
- Carvajal, E. (2007). Manejo Integral de Residuos Sólidos. Gestión Ambiental. Recuperado de <http://es.slideshare.net/manejo-integral-de-los-residuos-slidos>
- Castro, A, y Henríquez, C, y Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. Recuperado de: http://www.mog.go.cr/rev_agr/v33n01-031.pdf
- Cerrato, E. (2006). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de: <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/Integrated-Management-->
- Céspedes, L, y Rojas, C. (2014). Residuos sólidos urbanos: un grave problema ambiental. Recuperado de: http://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/basura_residuos
- Código Orgánico Integral Penal. Publicado en el Registro Oficial N° 180 de 10 de febrero (2014).
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), publicado en el Primer Suplemento del Registro Oficial N° 303 de 19 de octubre (2010).

Colomer, F. y Gallardo, A. (2007). Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado de <http://www.casadellibro.com/libro-tratamiento-y-gestion-de-residuos-solidos/9788483630716/1126234>

Constitución de la República del Ecuador, publicado en el Registro Oficial 449 de 20 de octubre (2008)

Egreda, G. y Deza, M. (2008), Factores que regulan el proceso de compostaje. Recuperado de: https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/5%20FACTORES%20PROCESO%20%282%29.pdf

FAO. (1991). Manejo de suelo: producción y uso de composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelo. https://books.google.com.ec/books?id=WgZ47ud_bp0C&pg=PA174&dq=la+fao+y+el+compost&hl=es-419&sa=X&ei=C-

García, L, y Aburto, A. (2003). Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos. Managua. Recuperado de: <http://www.inifom.gob.ni/areas/Documentos/Instrumentos%20SSMM/mamual%20de%20desechos%20s%C3%B3lidos>.

Gaibor, N. (2012). Propuesta para el manejo integral de residuos sólidos generados en el Mall de los Andes - Ambato. 2012. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2635/236T0067.pdf?sequence=1>

Guerra, P. (2010). Programa Nacional para gestión integral de desechos sólidos. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

Gobierno Municipal de Santa Cruz, (2010). Sistema de gestión integral de residuos sólidos en el Cantón Santa Cruz. Ecuador, Puerto Ayora.

- Gómez, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnica respirométrica en el seguimiento del proceso. Recuperado de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf;jsessionid=D39298F352B7E5FDF5B1BA4DC4C3D263.tdx2?sequence=1>
- Gonzales, C. (2002). Límites del cantón El Empalme. Recuperado de: http://www.efemerides.ec/1/nov/can_10.htm
- Guzmán, N. (2008). The compost vegetal as alternative to reduce yard wastes in the Sanitary Landfill System of Guayama. Recuperado de: http://books.google.com.ec/books?id=AoeHobfqS8gC&pg=PA27&dq=Humedad++del+compost&hl=es&sa=KIL9U_i0JqLisATlq4LAAQ&ved=0CCoQ6AEwAwv=onepage&q=Humedad%20%20del%20compost&f=false
- Iglesia, E. (2001). Aspectos físico-químicos bioquímicos y microbiológicos del proceso de compostaje. Evaluación de la calidad. Recuperado de: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/365/13.pdf?sequence=1>
- Inbar, Y. y Hadar Y. y Chen, Y., (1993). Recycling of cattle manure. The composting process and characterization of maturity. J. Environment Quality. Rrecuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_harttext&pid=S0718-27912008000300002
- Ley de Gestión Ambiental. Codificación publicada en el Suplemento del Registro Oficial N° 418 de septiembre (2004).
- Ley Orgánica de Salud, publicada en el Suplemento del Registro Oficial N° 423 de 22 de diciembre (2006).
- Ministerio del Ambiente. (2013). Programa Nacional De Gestión Integral De Desechos Sólidos. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/tag/desechos-solidos/>

- Moreno, J. y Herrero, R. (2007). Compostaje. Madrid: ediciones Mundi-Prensa
- Muñoz, M. (2008). Manejo de residuos sólidos para albergues en zonas rurales.
Recuperado de: http://www.mincetur.gob/.Ambiental/residuos_solidos.pdf
- Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-020-AMBT-2011. Gaceta Oficial del Distrito Federal. 30 de noviembre (2012).
- Ordenanza municipal del gobierno autónomo descentralizado del cantón El Empalme, Registro oficial N.- 251 de fecha 25 de febrero (2012).
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), (2007). Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólido. Recuperado de: http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008
- Organización Panamericana de Salud. (2002). Análisis sectorial de residuos sólidos Ecuador. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf>
- Paucar, D. (2014). Problemas por residuos sólidos en Píllaro provincia de Tungurahua. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1424/1/T-UCE-0005-274.pdf>
- Ponce, C. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos, programa de reciclaje. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100010
- Röben, E. (2002). Manual de Compostaje para Municipios. Recuperado de: <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
- Rollandi, R. (2006). Características de los residuos sólidos urbanos. Recuperado de: <http://www.forometropolitano.org.ar/wp-content/uploads/2013/09/Power-Pint-RSU-Ricardo-Rollandi-.pdf>

- Román, P. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/33/88s.pdf>
- Solans, X. y Gadea, E. y Mansilla, A. (2008). Residuos sólidos urbanos, Riegos laborales en plantas de compostaje. Recuperado de: <http://www.insht.es/IIIinshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786ª820/NTP-805%20web.pdf>
- Silva, J. y López, P. y Valencia, P. (2007). Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compostaje.pdf>
- Suarez, M. (2011). Tamaño de la muestras. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/765/1/C%C3%81L%20DEL%20TAMA%C3%91O%20DE%20LA%20MUESTRA.docx>.
- Sztern, D. y Previa, A. (2005). Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos. Recuperado de: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>
- Tchobanoglous, G. Theisen, H y Vigil, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. México. McGraw-Hill
- Tchobanoglous, G. Theisen, H y Vigil, S. (1988). Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I. Edición McGRAW – HILL. México.
- Tierra, S. (2010). Evaluación nutrimental de compost proveniente de cuatro combinaciones de desechos orgánicos. (Título de Especialista en Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/676/1/13T0699%20TIERRA%20SUSANA.pdf>

Torres, S y Navarrete, L y Novoa, M. 2009. Química General, densidad y temperatura. Recuperado de: <http://www.redjbm.com/catedra/guias/quimica/QUI-GEN-GUI2.pdf>

Vesco, L. (2006). Residuos Sólidos Urbano. Recuperado de: <http://www.celadel.org/textos/buenos%20aires/Residuos%20Solidos%20Urbano.pdf>

Zambrano, F. (2013). Caracterización de los residuos sólidos. Informe Núm. DGA256663. El Empalme.

Zúñiga, F. (2009). Introducción al estudio de la contaminación de suelos por metales pesados. Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=E2Jq3z7ex4C&pg=PA40&dq=>

CAPÍTULO VI

ANEXOS

Anexo 1. Diseño de la entrevista dirigida al Director del Departamento de Servicios Público y Gestión Ambiental y al Jefe de recolección de desechos sólidos y aseo de calles del GAD municipal de la ciudad El Empalme

Entrevista N° 1

Fecha:

Lugar:

Nombre del GAD:

Nombre del entrevistado:

Cargo dentro de la Institución:

Objetivo:

Cuestionario:

1. ¿Cuántos trabajadores tiene el GAD municipal actualmente en el área de aseo de calles y recolección de residuos?

2. ¿Actualmente con cuantos vehículos cuenta el GAD municipal para la recolección de los residuos sólidos?

3. ¿Existe un horario establecido para la recolección y transporte de los residuos?

Sí

☐

No

☐

Especifique: _____

4. ¿Cuál es el manejo que se le da a los residuos sólidos?

5. ¿Cuántas toneladas de basura se recolectan al día?

6. ¿Existe algún tratamiento para la basura orgánica e inorgánica por parte del GAD municipal?

Sí

☐

No

☐

Si su respuesta es no, ¿por qué no se lo ha hecho? _____

7. ¿Se ha capacitado a la ciudadanía en cuanto a los residuos sólidos y el manejo adecuado de los mismos?

Sí

☐

No

☐

¿Dónde? _____

Entrevistador (a)

Entrevistado (a)

**Diseño de la entrevista dirigida al Director del Departamento de Servicios
Público Y Gestión Ambiental**

Entrevista N° 2

Fecha:

Lugar:

Nombre del GAD:

Nombre del entrevistado:

Cargo dentro de la Institución:

Objetivo:

Cuestionario:

1. ¿Cuál es el interés que se le da al manejo de los desechos sólidos?

2. ¿Se ha capacitado a la ciudadanía sobre el manejo de los desechos sólidos?

Sí ☐

No ☐

3. ¿Dentro de las ordenanzas existen artículos o ítem que regulen el manejo de los desechos sólidos?

Sí ☐

No ☐

¿Se aplican?

Sí ☐

No ☐

Especifique: _____

4. ¿Existen contenedores para el depósito de los desechos sólidos en el centro de la ciudad?

Sí ☐

No ☐

Si su respuesta es no, ¿por qué no se han colocados? _____

5. ¿Existen quejas o inconformidad por parte de la ciudadanía con respecto al manejo de los desechos sólidos?

Sí ☐

No ☐

Entrevistador (a)

Entrevistado (a)

Anexo 2. Diseño de la encuesta

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Ambientales
Carrera de Gestión Ambiental



OBJETIVO: Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la ciudad El Empalme	
GENERO: MASCULINO () FEMENINO ()	
EDAD:	NUMERO DE ENCUESTA: ()
CANTÓN: El Empalme	SECTOR:

1. ¿Existe un manejo adecuado de los desechos sólidos en la ciudad El Empalme?

Sí ☐

No ☐

2. ¿Las entidades encargadas sobre el manejo de los residuos sólidos se han preocupado por ubicar contenedores (tachos) en diferentes puntos de la ciudad?

Sí ☐

No ☐

3. ¿Con qué frecuencia se recolecta los desechos para llevarlos hasta vertedero de basura?

Semanalmente ☐

Cada tres días ☐

Cada dos días ☐

Todos los días ☐

¿Le parece bien?

4. ¿Usted clasifica o separa los residuos sólidos al momento de su generación?

Sí ☐

No ☐

5. En cuanto a los residuos, ¿usted cree que la ciudad está limpia?

Sí ☐

No ☐

¿Por qué?.....

6. ¿Para Usted cuán importante es darle un manejo adecuado a los residuos sólidos?

Importante ☐

No importante ☐

Muy importante ☐

¿Por qué? _____

7. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para manejar adecuadamente los residuos?

Hace tres meses ☐

Hace seis meses ☐

Hace un año ☐

Nunca ☐

8. ¿Usted cree que es necesario un programa para aprovechar los residuos que se generan en la ciudad El Empalme?

No es necesario ☐

Necesario ☐

Muy necesario ☐

¿Por qué? _____

Anexo 3. Formato de la Guía de Observación directa para conocer el estado actual del manejo de los residuos sólidos

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Ambientales
Carrera de Gestión Ambiental



Nombre del observador:

Lugar:

Fecha:

OBJETIVO: Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la ciudad El Empalme			
GUÍA DE OBSERVACIÓN			
	Si	No	Observación
La ciudad se ve limpia de residuos sólidos.			
Existen contenedores para el depósito de los residuos sólidos en el centro de la ciudad.			
Se preocupa la ciudadanía en mantener la ciudad limpia.			
La ciudadanía saca los residuos en el horario establecido por la municipalidad.			
Los ciudadanos clasifican los residuos sólidos.			
Se le emplea tratamiento a los residuos.			

Responsable

Anexo 4. Rutas de recolección de los desechos sólidos.

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON "EL EMPALME"				
JEFATURA DE RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS Y ASEO DE CALLES.				
RUTA	RECOLECTOR	CHOFER	NOMBRE DEL SECTOR	HORARIO
Ruta 1 Atilio Vélez Aray	Recolector 1 HINO GH	Sr. Darwin Sornoza	Wacho Giler	06H00-06H30
			Atilio Vélez Aray, San Rafael, La Cereza, Colegio Nacional	06H30-09H00
			vía Qvdo hasta la Coop. 2 de Mayo, 10 de agosto.	10H00-11H00
			La Ercilia, entrada la Caracas	11H00-12H00
			Las Brisas, Arias olivo, Sánche< Gonzáles, Santa Rosa	12H15-13H40
Ruta 2 29 de Afuera	Recolector 02 HINO GH	Sr. Onesimo Sornoza	29 de Afuera-29 de Adentro-La Treinta	06H00-08H00
			El Hospital, El Cementerio, La Caspicara	08H00-09H00
			Barrio Lindo, La Independencia, La Capilla	09H00-10H00
			Koqui, La Chiquita, Baca Carbo, El Guayabo	10H00-12H00
			Mercado Central	12H00
			Vía Guayaquil, margen derecho desde el parterre hasta el com. el gato	12H00-13H30
Ruta 3 Juan Montalvo	Recolector 05 Wolkswagen	Sr. Freddy Vera	Juan Montalvo	06H00-07H00
			San Marcos	07H00-07H30
			Coop. Manabí-Coromoto	07H30-08H00
			vía Manabí hasta la Clínica Chica-Havoline	08H00-09H00
			mercado 22 de Agosto.	10H00-10H20
			San Marcos 2 , Vía Guayas lado derecho.	10H20-11H00
			San Miguel Adentro, Mata de Platano, San Miguel-30 de Junio	11H20-13H20
			mercado 22 de Agosto.	13H20-13H40
Ruta 4 Kennedy-San Vicente-Las Tecas	Recolector 03 Volkswagen	Sr. Miguel Briones Miranda	Camal Municipal-Johon F. Kennedy, San Vicente, las Tecas, Los Laureles.	06H00-09H00
			San Pedro, 12 de octubre, Oriente Ecuatoriano, Barrio El Seguro.	09H00-12H00
			Vía Guayaquil, margen Izq. Desde el parterre hasta el By-pass, la Democracia.	12H00-13H30
			mercado central.	07H00-10H00-13H00
Ruta 5 Casco Comercial	Recolector 04 Wolkswagen	Sr. Kleber Zambrano Rengifo	Vía Quevedo (desde Palacio Municipal-al Obelisco) calles Daule, Quito, Juan León Mora	16H00-17H00
			Vía Manabí (desde 29 de Octubre hasta Obelisco)	17H00-18H00
			Vía Guayaquil (desde Parterre hasta Obelisco) calles 23 de Junio, Callejón Saquisilí, Salinas, Cuenca, J.J. de Olmedo	18H00-20H00
			Vía Guayas (desde Parterre hasta Obelisco)	20H00-21H00

Anexo 5. Ficha de registro diario de la fracción orgánica

Responsable:

Nombre de la zona:

Fecha:

Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos (peso en kg)				Zona
Números de viviendas	Habitantes por viviendas	Desechos de cocina	Desechos de jardín	Total en kg
Viv 1				
Viv 2				
Viv 3				
Viv 4				
Viv 5				
Viv 6				
Viv 7				
Viv 8				
Viv 9				
Viv 10				
Viv 11				
Viv 12				
Viv 13				
Viv 14				
Viv 15				
Viv 16				
Viv 17				
Viv 18				
Viv 19				
Viv 20				
Viv 21				
Viv 22				
Viv 23				
Viv 24				
Total en kg				

Anexo 6. Temperatura (°C) diarias en las tres pilas de compost

Días	Pila 1			Días	Pila 2			Días	Pila 3		
	C1	C 2	C 3		C 1	C 2	C 3		C 1	C 2	C 3
1	44,9	44,3	44,5	31	35,0	36,0	35,9	61	26,4	27,0	26,4
2	45,3	45,8	45,8	32	34,7	35,7	35,8	62	26,1	25,8	25,9
3	56,7	55,3	55,1	33	33,2	34,7	34,6	63	25,6	25,1	25,3
4	56,0	55,2	55,6	34	32,5	33,8	32,1	64	25,0	24,8	24,7
5	54,5	54,2	54,8	35	35,6	34,8	34,5	65	24,2	24,1	24,3
6	52,7	53,1	53,2	36	36,7	35,3	36,1	66	23,8	23,7	23,5
7	50,2	50,4	50,8	37	38,4	38,3	39,1	67	23,0	23,1	23,0
8	49,2	49,0	49,9	38	40,2	40,6	41,8	68	22,8	22,8	22,4
9	48,9	48,7	48,9	39	42,2	41,3	42,8	69	22,1	22,3	22,0
10	48,6	48,3	48,1	40	45,4	45,3	45,7	70	21,5	21,8	21,7
11	47,8	47,5	47,7	41	46,2	46,5	46,1	71	21,3	21,0	21,3
12	47,3	47,1	47,5	42	43,1	43,0	43,4	72	21,0	20,9	21,2
13	46,7	46,2	47,0	43	41,2	42,9	42,8	73	20,1	20,0	20,2
14	45,8	45,6	45,6	44	41,0	41,3	41,1	74	20,0	19,7	20,0
15	45,3	45,1	45,1	45	40,1	40,5	40,3	75	19,4	19,7	19,6
16	44,8	44,5	44,6	46	38,4	38,9	38,8	76	19,2	19,6	19,7
17	42,4	42,3	42,8	47	37,1	37,5	37,6	77	18,4	18,6	19,6
18	42,1	41,8	42,0	48	36,4	36,8	36,4	78	18,3	18,1	19,0
19	40,3	40,3	40,8	49	35,6	35,4	35,8	79	16,4	17,5	18,2
20	40,0	40,1	40,2	50	35,1	35,4	35,3	80	16,3	16,8	16,9
21	39,2	39,5	39,9	51	34,8	35,0	34,9	81	16,3	16,1	16,5
22	38,1	38,6	39,2	52	34,0	34,5	34,1	82	15,4	16,1	16,0
23	37,6	38,5	38,7	53	33,8	34,1	33,9	83	15,4	15,4	16,0
24	37,1	38,1	38,6	54	33,1	33,4	33,1	84	15,3	15,2	15,7
25	36,3	37,5	38,1	55	32,8	32,9	32,7	85	15,0	15,1	15,2
26	36,0	37,1	37,6	56	31,5	31,8	31,5	86	15,0	15,0	15,2
27	36,0	36,2	37,1	57	29,4	29,4	29,8	87	14,7	15,0	15,2
28	35,8	36,9	36,7	58	28,0	28,5	28,5	88	14,0	14,6	15,0
29	35,5	36,7	36,4	59	27,5	27,9	27,8	89	14,0	14,6	15,0
30	35,1	36,2	36,2	60	27,0	27,3	27,2	90	14,0	14,5	14,7

Anexo 7. Análisis de los tres elementos utilizados como mezcla para el compost en estudio



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

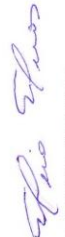
Nombre del Propietario : Gissella Mora		Teléfono :		Reporte N° :
Nombre de la Propiedad : Sin Nombre		Cultivo : Abono		Fecha de muestreo : 15-12-2014
Localización :		Sitio : El Empalme		Fecha de ingreso : 15-12-2014
		Parroquia : Canton		Fecha salida los resultados : 26-01-2015
		Provincia : Guayas		

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las muestras	pH	% Humedad	Concentración %			ppm		
				Carbono	Nitrógeno				
55000	Aserrín		23	21.8	0.10				
	Cascara de arroz		25	39	0.45				
	Hojas secas		35	72	0.9				

Observaciones:


 Ing. Francisco Vite
 JEFE DEPARTAMENTO


 LABORATORISTA



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, tiempo en el que se entregarán los resultados

Anexo 8. Análisis del proceso de compostaje realizado cada mes

Análisis inicial de la fracción orgánica para el proceso de compostaje



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

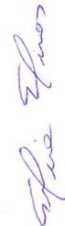
Nombre del Propietario : Gissella Mora		Teléfono : 005062	
Nombre de la Propiedad : Sin Nombre		Reporte N° : 15-12-2014	
Localización : Parroquia		Fecha de ingreso : 15-12-2014	
Sitio : El Empalme		Fecha salida los resultados : 26-12-2014	
Cantón : Guayas			
Provincia : Guayas			

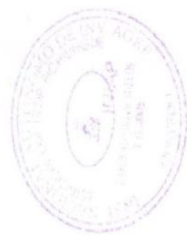
RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las muestras	pH	% Humedad	Concentración %					ppm		
				Carbono	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	M O			
55000	Muestra 1	6.3	75	30	2.0	0.30	0.8	30			

Observaciones:


 Ing. Francisco Muc
 JEFE DEPARTAMENTO


 LABORATORISTA



La muestra será guardada en el laboratorio
 por tres meses, después de lo cual se reanuda
 el análisis de los resultados

Análisis del material en compostaje (primer mes)

		ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme Quevedo - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201	
Nombre del Propietario :	Grissella Mora	Telef :	005162
Nombre de la Propiedad :	Sin Nombre	Cultivo : Abono	Reporte N° : 29-01-2015
Localización :	Sitio El Empalme Parroquia Cantón Provincia	Guayas	Fecha de ingreso : 29-01-2015
			Fecha salida los resultados: 13-02-2015

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las muestras	pH	% Humedad	Concentración %				ppm	
				Carbono	Nitrógeno	Fosforo	Potasio		
55000	Muestra 1	5.1	49	35	1.4	0.36	0.92	28	
	Muestra 2	5.1	48	35	1.42	0.35	0.94	28	
	Muestra 3	5.2	48	35	1.4	0.35	0.91	28	

Observaciones:


 Ing. Francisco Mite
 JEFE DEPARTAMENTO


 LABORATORISTA



La muestra será guardada en el laboratorio,
 por tres meses, tiempo en el que se realizarán
 los análisis de los resultados

Análisis del material en compostaje (segundo mes)

		ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme Quevedo - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201		Reporte N° : 005208
Nombre del Propietario : Nombre de la Propiedad : Localización :	Grissella Mora Sin Nombre :	Telef : Cultivo : Abono Guayas Provincia	Fecha de muestreo : Fecha de ingreso : Fecha salida los resultados:	02-03-2015 02-03-2015 11-03-2015
	Sitio Parroquia	El Empalme Cantón		

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las muestras	pH	% Humedad	Concentración %				ppm	
				Carbono	Nitrógeno	Fosforo	Potasio		
55000	Muestra 1	6.9	36	39	1.72	0.67	1.3	24	
	Muestra 2	6.8	37	38	1.69	0.69	1.44	23	
	Muestra 3	6.8	36	39	1.71	0.67	1.4	24	

Observaciones:


 Ing. Francisco Mite
 JEFE DEPARTAMENTO


 LABORATORISTA



La muestra será guardada en el laboratorio
 por tres meses (90 días) en caso de que
 requiera de análisis posterior.

Análisis final del compost

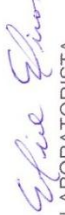
		ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme Quevedo - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201	
Nombre del Propietario : Nombre de la Propiedad : Localización :	Grissella Mora	Telef :	Reporte N° : 005285
	Sin Nombre	Cultivo : Abono	Fecha de muestreo : 02-04-2015
	Sitio	El Empalme	Fecha de ingreso : 02-04-2015
	Parroquia	Cantón	Provincia
			Fecha salida los resultados : 13-04-2015

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las muestras	pH	% Humedad	Concentración %					ppm	
				Carbono	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	M.O		
55000	Muestra 1	7.2	30	41	2.3	1.2	1.65	21		
	Muestra 2	7.2	29	41	2.2	1.2	1.62	21		
	Muestra 3	7.1	31	42	2.3	1.3	1.62	21		

Observaciones:


 Ing. Francisco Mite
 JEFE DEPARTAMENTO


 LABORATORISTA



La muestra analizada por el laboratorio
 por los datos de laboratorio
 13-04-2015

Anexo 9. Cálculos de la Relación C/N para las tres pilas.

Pila 1 (Mezcla con aserrín)

Va a mezclarse aserrín, con una relación C/N de 218, con fracción orgánica procedente de 116 viviendas los dos mercados, con una relación C/N de 15. Se determina las proporciones de cada componente para lograr una relación C/N de 30. Se aplican las siguientes condiciones:

Contenido en humedad de la fracción orgánica = 75 %

Contenido en humedad del aserrín = 23 %

Contenido en nitrógeno de la fracción orgánica = 2.0

Contenido en nitrógeno del aserrín = 0.10

Solución

1. Determinar la composición porcentual para la fracción orgánica y residuos de mezcla.

a) Para 1 kg de aserrín:

Agua =	1 kg (0.23) = 0,23
Materia seca =	1 kg. – 0,23 kg. = 0,77
N =	0,77 kg. (0,0010) = 0,00077
C =	218 (0,00077 kg) = 0,168 kg

b) Para 1 kg de fracción orgánica:

Agua =	1 kg (0,75) = 0,75
Materia seca =	1 kg – 0,75 kg. = 0,25
N =	0,25 kg (0,02) = 0,005
C =	15 (0,005 kg) = 0,075 kg

2. Determinar la cantidad de aserrín que se va a añadir a 1 kg de fracción orgánica para lograr una relación C/N de 30.

$$\frac{C}{N} = 30 = \frac{C \text{ en 1 kg de fracción orgánica} + x(C \text{ en 1 kg de aserrín})}{N \text{ en 1 kg de fracción orgánica} + x(N \text{ en 1 kg de aserrín})}$$

$$30 = \frac{0,075 + x(0,168)}{0,005 + x(0,00077)}$$

X = 0,51 kg de aserrín en 1 kg de fracción orgánica

3. Comprobar la relación C/N y el contenido de humedad de la mezcla resultante:

a) Para 0,51 kg de aserrín:

Agua =	0,51 kg (0,23) = 0,12 kg
Fracción orgánica =	0,51 kg (0,77) = 0,39 kg
N =	0,51 kg (0,00077) = 0,00039 kg
C =	0,51 kg (0,168) = 0,086 kg

b) Para 0,51 kg de aserrín + 1 kg de fracción orgánica

Agua =	0,12 kg + 0,75 kg = 0,87 kg
Materia seca =	0,39 kg + 0,25 kg = 0,64 kg
N =	0,00039 kg + 0,005 kg = 0,0054 kg
C =	0,086 kg + 0,075 kg = 0,161 kg

c) Encontrar la relación C/N:

$$\frac{C}{N} = \frac{0,161 \text{ kg C}}{0,0054 \text{ kg N}} = 29,8$$

d) Encontrar el contenido de humedad

$$\text{Humedad} = \frac{0,87 \text{ kg agua}}{0,87 \text{ kg agua} + 0,64 \text{ kg materia seca}} = \frac{0,87}{1,51} = 0,58 \%$$

Pila 2 (Mezcla con cascarilla de arroz)

Va a mezclarse cascarilla de arroz, con una relación C/N de 87, con fracción orgánica procedente de 116 viviendas los dos mercados, con una relación C/N de 15. Se determina las proporciones de cada componente para lograr una relación C/N de 30. Se aplican las siguientes condiciones:

Contenido en humedad de la fracción orgánica = 75 %

Contenido en humedad de la cascarilla de arroz = 25 %

Contenido en nitrógeno de la fracción orgánica = 2.0

Contenido en nitrógeno de la cascarilla de arroz = 0,45

Solución

1. Determinar la composición porcentual para la fracción orgánica y residuos de mezcla.

a) Para 1 kg de cascarilla de arroz:

Agua =	1 kg (0,25) = 0,25
Materia seca =	1 kg – 0,25 kg. = 0,75
N =	0,75 kg (0,0045) = 0,0034
C =	87 (0,0034 kg) = 0,30 kg

b) Para 1 kg de fracción orgánica:

Agua =	1 kg (0,75) = 0,75
Materia seca =	1 kg – 0,75 kg. = 0,25
N =	0,25 kg. (0,02) = 0,005
C =	15 (0,005 kg) = 0,075 kg

2. Determinar la cantidad de cascarilla de arroz que se va a añadir a 1 kg de fracción orgánica para lograr una relación C/N de 30.

$$\frac{C}{N} = 30 = \frac{C \text{ en 1 kg de fracción orgánica} + x(C \text{ en 1 kg de cascarilla de arroz})}{N \text{ en 1 kg de fracción orgánica} + x(N \text{ en 1 kg de cascarilla de arroz})}$$

$$30 = \frac{0,075 + x(0,30)}{0,005 + x(0,0034)}$$

X = 0,38 kg de cascarilla de arroz en 1 kg de fracción orgánica

3. Comprobar la relación C/N y el contenido de humedad de la mezcla resultante:

a) Para 0,37 kg de cascarilla de arroz:

Agua =	0,37 kg (0,25) = 0,093
Fracción orgánica =	0,37 kg (0,75) = 0,28
N =	0,37 kg (0,0034) = 0,0013
C =	0,37 kg (0,30) = 0,11

b) Para 0,21 kg de cascarilla de arroz + 0,5 kg de fracción orgánica

Agua =	0,093 + 0,75 = 0,84
Materia seca =	0,28 + 0,25 = 0,53
N =	0,0013 + 0,005 = 0,0063
C =	0,11 + 0,075 = 0,185

c) Encontrar la relación C/N

$$\frac{C}{N} = \frac{0,185 \text{ kg C}}{0,0063 \text{ kg N}} = 29,4$$

d) Encontrar el contenido de humedad

$$\text{humedad} = \frac{0,84}{0,84 \text{ kg agua} + 0,53 \text{ kg materia seca}} = \frac{0,84}{1,37} = 0,61\%$$

Pila 3 (mezcla con hojas secas)

Va a mezclarse hojas secas, con una relación C/N de 80, con fracción orgánica procedente de 116 viviendas los dos mercados, con una relación C/N de 15. Se determina las proporciones de cada componente para lograr una relación C/N de 30. Se aplican las siguientes condiciones:

Contenido en humedad de la fracción orgánica = 75 %

Contenido en humedad de las hojas secas = 35 %

Contenido en nitrógeno de la fracción orgánica = 2.0

Contenido en nitrógeno de las hojas secas = 0.9

Solución

1. Determinar la composición porcentual para la fracción orgánica y residuos de mezcla.

a) Para 1 kg de hojas secas:

Agua =	1 kg (0,35) = 0,35
Materia seca =	1 kg. – 0,35 kg. = 0,65
N =	0,65 kg. (0,009) = 0,0059
C =	80 (0,0059 kg) = 0,468 kg

b) Para 1 kg de fracción orgánica:

Agua =	1 kg (0,75) = 0,75
Materia seca =	1 kg – 0,75 kg. = 0,25
N =	0,25 kg. (0,02) = 0,005
C =	15 (0,005 kg) = 0,075 kg

2. Determinar la cantidad de hojas secas que se va a añadir a 1 kg de fracción orgánica para lograr una relación C/N de 30.

$$\frac{C}{N} = 30 = \frac{C \text{ en 1 kg de fracción orgánica} + x(C \text{ en 1 kg de hojas secas})}{N \text{ en 1 kg de fracción orgánica} + x(N \text{ en 1 kg de hojas secas})}$$

$$30 = \frac{0,075 + x(0,468)}{0,005 + x(0,0059)}$$

X = 0,26 kg de hojas secas en 1 kg de fracción orgánica

3. Comprobar la relación C/N y el contenido de humedad de la mezcla resultante:

- a) Para 0,26 kg de hojas secas:

Agua =	0,26 kg (0,35) = 0,091
Fracción orgánica =	0,26 kg (0,65) = 0,17
N =	0,26 kg (0,0059) = 0,0015
C =	0,26 kg (0,468) = 0,122

- b) Para 0,15 kg de cascarilla de arroz + 1 kg de fracción orgánica

Agua =	0,091 + 0,75 = 0,84
Materia seca =	0,17 + 0,25 = 0,42
N =	0,0015 + 0,005 = 0,0065
C =	0,122 + 0,075 = 0,197

- c) Encontrar la relación C/N

$$\frac{C}{N} = \frac{0,197 \text{ kg C}}{0,0065 \text{ kg N}} = 30,3$$

- d) Encontrar el contenido de humedad

$$\text{humedad} = \frac{0,84}{0,84 \text{ kg agua} + 0,42 \text{ kg materia seca}} = \frac{0,84}{1,26} = 66 \%$$

Anexo 10. Fracción orgánica caracterizada en las viviendas

Desechos de cocina		Desechos de jardín
Sandía	Brócoli	Hojas
Papaya	Coliflor	Flores
Melón	Nabo	
Naranja	Espinaca	
Tomate	Cebolla	
Cascara de tomate de arbol	Alverjita	
Cascara de naranjillas	Zapallo	
Zanahoria		
Remolacha		
Col		
Lechuga		
Hierbita		
Cascara de tomate		
Cascara de papa		
Cascara de yuca		
Cascara de plátano		
Pimiento		
Alfalfa		
Rábano		
Cascara de pepino		
Cascara de choclo		

Anexo 11. Peso diario de residuos sólidos en cada zona establecida

ZONA 1

Días de caracterización (peso en kg.)															
Número de viviendas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Viv 1	2,02	3,17	2,63	1,87	2,63	2,13	2,02	2,78	3,74	1,69	2,47	2,37	2,34	2,35	2,74
Viv 2	3,65	2,97	2,74	2,65	2,54	2,35	2,45	2,34	2,64	2,87	2,87	3,08	2,78	2,14	2,34
Viv 3	2,16	2,54	2,05	2,18	2,98	2,31	1,87	2,47	2,03	2,80	2,73	2,37	2,34	2,78	1,98
Viv 4	1,89	2,65	2,45	2,19	2,15	2,21	2,36	2,78	2,54	2,68	2,98	2,15	2,35	2,45	2,78
Viv 5	3,22	2,78	2,12	2,37	2,37	2,93	3,07	2,35	2,45	2,31	2,39	2,14	2,35	2,21	2,38
Viv 6	2,36	2,68	2,68	2,65	2,48	2,08	2,87	2,37	3,17	2,35	2,45	2,37	2,39	2,19	2,24
Viv 7	2,09	2,45	1,97	2,47	2,64	2,45	2,36	2,21	2,14	2,64	2,84	2,15	2,36	2,56	2,46
Viv 8	1,87	2,63	3,13	2,58	2,65	2,18	2,15	2,58	2,18	2,46	2,65	2,18	2,22	2,36	2,49
Viv 9	3,12	2,73	2,45	2,84	2,17	2,29	2,36	2,45	2,65	2,43	1,47	2,45	2,35	2,14	2,82
Viv 10	2,87	1,65	2,56	1,83	1,64	2,47	2,67	2,19	2,45	2,89	2,34	2,19	2,52	2,35	2,21
Viv 11	2,74	2,68	2,45	2,36	2,78	2,36	1,88	2,36	2,45	2,28	2,45	2,13	2,78	2,54	2,34
Viv 12	2,78	2,73	2,19	2,54	2,69	1,68	2,36	2,49	2,36	2,46	2,47	2,31	2,45	2,15	2,45
Viv 13	1,78	2,22	2,35	2,34	2,35	2,78	3,16	3,14	2,24	2,41	2,58	2,99	2,15	2,49	2,47
Viv 14	2,47	2,14	2,45	2,58	2,45	4,02	2,78	2,65	2,57	2,35	2,69	2,25	2,45	2,11	2,18
Viv 15	2,26	2,12	2,36	2,30	2,13	2,64	2,36	2,17	2,65	2,21	2,15	2,29	2,34	2,79	2,84
Viv 16	2,54	1,44	3,19	3,25	2,43	2,18	2,45	2,34	2,15	2,02	2,35	2,35	2,56	3,01	1,65
Viv 17	2,23	2,69	2,74	2,47	2,31	2,31	2,38	2,46	2,45	2,87	2,22	2,27	2,35	2,45	2,54
Viv 18	1,99	2,00	2,69	2,09	2,54	3,28	2,69	2,67	2,25	2,64	2,24	2,20	2,47	2,17	2,45
Viv 19	2,46	2,87	2,78	2,15	2,61	2,17	2,35	2,65	2,45	2,35	2,35	2,19	2,54	2,35	2,49
Viv 20	2,34	2,35	2,88	2,15	2,11	2,97	2,54	2,45	2,16	2,55	2,39	2,74	2,79	2,23	2,16
Viv 21	2,43	2,48	2,13	2,28	2,24	2,17	2,65	2,19	2,45	2,48	2,45	2,64	2,48	2,47	2,61
Viv 22	1,63	2,54	2,87	2,35	2,31	1,64	2,36	2,65	2,31	2,88	2,41	2,43	2,36	3,14	2,45
Viv 23	2,33	3,07	2,36	2,08	2,36	2,02	2,18	2,24	1,84	2,87	2,68	2,14	2,16	2,59	2,17
Total	55,23	57,58	58,22	54,57	55,56	55,62	56,32	56,98	56,32	57,49	56,62	54,38	55,88	56,02	55,24

5

ZONA 2

Número de viviendas	Días de caracterización (peso en kg.)															ZONA 2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio de habitantes	
Viv 1	2,09	2,36	2,12	2,45	2,35	2,14	2,45	2,36	2,01	2,18	2,36	2,34	2,12	2,25	2,17	5	
Viv 2	2,45	2,47	2,35	2,65	2,65	2,34	2,05	2,34	2,38	2,27	2,39	2,45	2,67	2,26	2,45		
Viv 3	2,17	2,54	2,36	2,38	2,40	2,45	2,14	2,57	2,65	2,34	2,17	2,18	2,36	2,35	2,31		
Viv 4	2,36	2,36	2,23	2,65	2,25	2,45	2,26	2,17	2,20	2,36	2,24	2,22	2,47	2,36	3,24		
Viv 5	2,51	2,36	2,36	2,48	2,65	2,47	2,69	2,67	2,48	2,36	2,48	2,69	2,78	2,36	2,36		
Viv 6	2,39	2,56	2,45	2,44	2,87	2,45	2,58	2,36	2,45	2,36	2,38	2,45	2,89	2,36	1,88		
Viv 7	2,14	2,55	2,56	2,36	2,78	2,45	2,69	2,45	2,18	2,17	2,66	2,58	2,66	2,58	2,47		
Viv 8	2,16	2,36	2,65	2,47	2,458	2,51	2,64	2,25	2,33	2,36	2,45	2,35	2,25	2,69	2,23		
Viv 9	3,17	2,87	2,45	2,64	2,37	2,45	2,87	2,45	2,47	2,39	2,34	2,47	2,65	2,58	2,54		
Viv 10	2,47	2,16	2,64	2,45	2,47	2,36	2,14	2,54	3,07	3,14	2,87	2,69	2,55	2,47	2,36		
Viv 11	2,54	2,49	2,56	2,78	2,45	2,45	2,54	2,69	2,91	2,32	2,34	2,38	2,58	2,21	2,29		
Viv 12	2,64	2,49	2,36	2,87	2,56	2,36	2,78	2,85	2,94	2,48	2,74	2,71	2,73	2,65	2,42		
Viv 13	2,47	2,54	2,36	2,14	2,35	2,37	2,47	2,69	2,45	2,62	2,49	2,30	2,34	2,36	2,25		
Viv 14	2,25	2,19	2,45	2,36	2,47	2,22	2,98	2,47	2,45	3,13	2,45	2,47	2,53	2,49	2,09		
Viv 15	2,69	2,36	2,87	2,87	2,98	2,27	2,48	2,48	2,69	2,45	2,64	2,36	2,47	2,58	2,15		
Viv 16	2,45	2,35	2,74	2,65	2,33	2,48	2,36	2,65	2,54	2,45	2,25	2,48	2,45	2,87	2,16		
Viv 17	2,35	2,34	2,65	2,98	2,36	2,47	2,45	2,65	2,45	2,54	2,22	2,23	2,58	2,32	2,43		
Viv 18	2,66	2,57	3,41	2,48	2,47	2,69	2,38	2,45	3,15	2,45	2,96	2,78	2,36	3,48	2,56		
Viv 19	2,49	2,23	2,17	2,47	2,48	2,48	2,14	2,72	2,65	2,14	2,88	2,96	2,87	2,47	2,31		
Viv 20	2,53	2,45	2,34	2,36	2,36	2,44	2,48	2,36	2,17	2,98	1,54	2,45	2,48	2,48	2,27		
Viv 21	2,87	2,26	2,76	3,05	2,67	2,54	2,45	2,47	2,47	2,65	2,57	2,52	2,54	2,78	2,03		
Viv 22	2,36	2,49	2,24	2,46	2,36	2,36	2,47	2,25	2,25	2,36	2,98	2,96	2,48	1,36	3,41		
Viv 23	2,45	2,63	2,66	2,45	2,45	2,78	2,16	1,89	2,00	2,48	2,47	2,73	2,34	2,47	1,85		
Total	56,66	55,98	57,74	58,89	57,54	55,98	56,65	56,78	57,34	56,98	56,87	57,75	58,15	56,78	54,23		

ZONA 3

Días de caracterización (peso en kg.)																ZONA 3	
Número de viviendas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio de habitantes	
Viv 1	2,23	2,45	2,45	2,58	2,69	2,47	2,69	2,58	2,47	2,61	2,54	2,63	2,14	2,65	2,45	5	
Viv 2	2,36	2,26	2,25	2,48	2,49	2,11	2,25	2,27	2,19	2,36	2,22	2,29	2,22	2,48	2,34		
Viv 3	2,45	2,36	2,47	2,36	2,45	2,58	2,36	2,45	2,14	2,58	2,48	2,54	2,48	2,67	2,36		
Viv 4	2,67	2,54	2,66	2,65	2,54	2,69	2,54	2,65	2,45	2,58	2,52	2,58	2,95	2,48	2,65		
Viv 5	2,85	2,48	2,45	2,45	2,24	2,65	2,47	2,48	2,58	2,58	2,68	2,60	2,97	2,48	2,47		
Viv 6	2,68	2,87	2,36	2,65	2,65	2,48	2,65	2,43	2,47	2,89	2,29	2,69	2,28	2,18	2,43		
Viv 7	2,45	2,28	2,25	2,24	2,45	2,47	2,45	2,65	2,65	2,47	2,69	2,58	2,78	2,48	2,36		
Viv 8	2,69	2,54	2,28	2,58	2,87	2,69	2,38	2,47	2,98	2,64	2,52	2,64	2,31	2,46	2,78		
Viv 9	2,54	2,42	2,15	2,54	2,47	2,58	2,39	2,74	2,45	2,25	2,56	2,68	2,51	2,18	2,15		
Viv 10	2,45	2,40	2,45	2,56	1,65	2,49	2,36	2,78	2,58	2,47	2,54	2,54	2,68	2,47	2,34		
Viv 11	2,79	2,58	2,65	2,45	2,47	2,47	2,48	2,45	2,47	2,45	2,81	2,47	2,26	2,36	2,14		
Viv 12	2,15	2,28	2,57	2,57	2,67	2,49	2,69	2,19	2,64	2,47	2,29	2,65	2,51	2,34	2,39		
Viv 13	2,36	2,36	2,69	2,58	2,14	2,54	2,58	2,45	1,98	2,24	2,47	2,47	2,37	2,37	2,48		
Viv 14	2,42	2,28	2,45	2,45	1,98	2,56	2,47	2,23	2,48	2,69	2,65	2,74	2,34	2,49	2,35		
Viv 15	2,56	2,67	2,46	2,47	2,36	2,54	2,19	2,34	2,81	2,17	2,55	2,47	2,14	2,17	2,38		
Viv 16	2,25	2,59	2,58	2,34	2,21	2,65	2,47	2,26	2,36	2,36	2,26	2,47	2,64	2,14	2,34		
Viv 17	2,21	2,64	2,54	2,36	2,36	2,36	2,69	2,27	2,28	2,25	2,65	2,34	2,47	2,49	2,21		
Viv 18	2,28	2,54	2,65	2,68	2,48	2,40	2,65	2,34	2,65	2,44	2,67	2,78	2,38	3,25	2,61		
Viv 19	2,47	2,64	2,87	2,59	2,44	2,36	2,18	2,47	2,54	2,14	2,34	1,58	2,25	2,45	2,47		
Viv 20	2,98	2,98	2,69	2,58	2,69	2,26	2,44	2,59	2,59	2,29	2,44	2,87	2,49	2,36	2,37		
Viv 21	2,25	2,46	2,36	2,65	2,47	2,37	2,48	2,45	2,45	3,14	2,39	2,97	2,45	2,48	2,48		
Viv 22	2,31	2,55	2,47	2,45	2,65	2,45	2,32	2,13	2,72	2,36	2,35	2,84	2,14	2,48	2,35		
Viv 23	2,25	2,48	2,69	2,69	2,45	2,02	2,47	2,35	2,63	2,42	2,32	2,45	2,80	1,65	2,33		
Total	56,65	57,65	57,44	57,95	55,87	56,68	56,65	56,02	57,56	56,85	57,23	58,87	56,56	55,56	55,23		

ZONA 4

Días de caracterización (peso en kg.)															ZONA 4	
Numero de viviendas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio de habitantes
Viv 1	2,36	2,36	2,48	2,45	2,46	2,64	2,35	2,40	2,45	2,19	2,458	2,45	2,54	2,45	2,58	5
Viv 2	2,43	2,28	2,47	2,47	2,45	2,78	2,45	2,35	2,45	2,47	2,45	2,65	2,58	2,65	3,12	
Viv 3	1,89	2,02	2,48	2,17	2,36	2,45	2,47	2,64	2,38	2,65	2,65	2,47	2,450	2,47	2,24	
Viv 4	2,45	2,45	2,98	2,27	2,45	2,15	2,58	2,54	3,45	2,45	2,35	2,58	2,98	2,58	2,145	
Viv 5	2,34	2,89	2,47	2,29	2,35	2,69	2,54	2,54	2,54	2,68	2,48	2,69	2,54	2,54	2,58	
Viv 6	2,65	2,47	2,48	2,48	2,45	2,47	2,65	2,19	2,98	2,58	2,54	2,54	2,53	2,65	2,45	
Viv 7	2,45	2,60	2,98	2,58	2,56	2,21	2,45	2,13	2,02	2,54	2,85	2,65	2,78	2,54	2,47	
Viv 8	2,85	2,45	2,45	3,98	2,89	2,17	2,35	2,57	2,17	2,69	2,69	2,14	2,87	2,69	2,58	
Viv 9	2,36	2,56	2,19	2,45	2,45	2,69	2,14	2,65	2,36	2,03	2,47	2,54	2,64	2,58	2,69	
Viv 10	2,36	2,33	2,47	2,23	2,68	2,45	2,38	2,14	2,25	2,65	2,64	2,36	2,18	2,47	2,36	
Viv 11	2,65	2,47	2,65	2,45	2,78	2,65	2,15	2,57	2,18	2,45	2,55	2,35	2,69	2,65	2,45	
Viv 12	2,48	2,14	2,51	2,36	2,45	2,18	2,36	2,54	2,54	1,47	2,68	2,36	2,45	2,46	2,14	
Viv 13	2,65	2,89	2,47	3,14	2,36	2,65	2,84	2,34	2,69	2,60	2,98	2,16	2,62	2,36	2,54	
Viv 14	2,50	2,34	2,65	2,18	2,14	2,18	2,65	2,45	2,58	2,45	2,36	2,18	2,45	2,65	2,65	
Viv 15	2,35	2,49	2,45	2,36	2,36	2,65	2,18	2,37	2,47	2,18	2,14	2,45	2,23	2,36	2,57	
Viv 16	2,12	2,48	2,14	2,43	2,56	2,42	2,48	2,14	2,58	2,25	2,31	2,38	2,10	2,65	2,55	
Viv 17	2,46	2,36	2,58	2,36	2,48	2,32	2,65	2,35	2,49	2,45	2,25	2,23	2,35	2,58	2,15	
Viv 18	2,17	2,48	2,59	2,18	2,95	1,98	2,58	2,65	2,67	2,15	2,26	2,37	2,45	2,98	2,54	
Viv 19	1,98	2,54	2,65	2,46	2,54	2,78	2,45	2,18	2,53	2,60	2,35	2,14	2,12	2,45	2,35	
Viv 20	2,35	2,66	2,54	2,38	2,68	2,45	2,47	2,54	2,49	2,45	2,45	2,54	2,69	2,45	2,45	
Viv 21	2,45	2,98	2,05	2,46	2,64	2,55	2,65	2,36	2,54	2,35	2,19	2,64	2,78	2,65	2,51	
Viv 22	2,60	2,69	2,36	2,03	2,34	2,47	2,35	2,45	2,15	2,45	2,58	2,47	2,87	2,48	2,58	
Viv 23	2,45	2,45	2,45	2,49	2,18	2,65	2,48	2,35	2,36	2,47	2,59	2,98	1,67	2,24	2,54	
Total	55,35	57,38	57,54	56,65	57,56	56,63	56,65	55,44	57,32	55,25	57,27	56,32	57,56	58,58	57,24	

ZONA 5

Días de caracterización (peso en kg.)															ZONA 5
Número de viviendas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Promedio de habitantes
Viv 1	2,65	2,45	2,54	2,54	2,45	2,45	2,54	2,54	2,03	2,45	2,31	2,34	2,45	2,35	2,17
Viv 2	2,45	2,15	2,34	2,35	2,15	2,08	2,65	2,45	2,65	2,69	2,16	2,35	2,32	2,21	2,15
Viv 3	2,45	2,35	2,15	2,65	2,65	2,15	2,45	2,37	2,09	2,54	2,12	2,15	2,12	2,32	2,31
Viv 4	2,18	2,14	2,35	2,13	2,45	2,14	2,58	2,98	2,35	2,87	2,32	2,54	2,32	2,25	2,26
Viv 5	2,54	2,65	3,21	2,58	2,14	2,58	2,34	3,01	2,14	2,65	2,35	2,16	2,25	2,24	2,30
Viv 6	2,65	2,31	2,32	2,19	2,35	2,34	2,65	2,30	2,58	2,45	2,17	2,58	2,25	2,25	2,34
Viv 7	2,45	2,35	2,15	2,35	2,75	2,28	1,69	2,2	2,54	2,36	2,59	2,65	2,32	2,26	2,64
Viv 8	2,47	2,14	2,16	2,65	2,69	2,98	2,54	2,45	2,69	2,58	2,78	2,45	2,36	2,28	2,14
Viv 9	2,47	2,58	2,98	2,45	2,29	2,54	2,49	2,54	2,53	2,54	2,14	2,35	2,34	2,57	2,27
Viv 10	2,73	2,15	2,65	1,65	2,65	2,58	2,58	2,15	2,13	2,69	2,64	2,36	2,37	2,30	2,28
Viv 11	2,22	2,54	2,45	2,58	2,36	2,25	2,57	2,14	2,42	2,12	2,56	2,25	2,39	2,14	2,65
Viv 12	2,65	2,65	2,54	2,35	2,54	2,47	2,25	2,58	2,13	2,32	2,55	2,35	2,42	2,64	2,24
Viv 13	2,65	2,65	2,40	2,15	2,35	2,65	2,45	2,34	2,58	2,35	2,13	2,34	2,56	2,61	2,652
Viv 14	2,45	2,45	2,35	2,25	2,31	2,45	2,58	2,65	2,57	2,15	2,15	2,34	2,32	2,25	2,46
Viv 15	2,36	2,69	1,87	2,14	2,98	2,25	2,25	2,23	2,45	1,39	2,25	2,25	2,39	2,46	2,54
Viv 16	2,97	2,54	2,24	2,32	2,65	2,39	2,15	2,19	2,18	2,54	2,21	2,69	2,15	2,22	2,65
Viv 17	2,45	2,65	2,65	2,17	2,46	2,54	2,65	2,28	2,14	2,39	2,58	2,28	2,98	2,32	2,34
Viv 18	2,95	2,14	2,45	2,34	2,65	2,66	2,36	2,14	2,58	2,78	2,32	2,67	2,45	2,65	2,55
Viv 19	2,45	2,54	2,58	2,26	2,45	2,28	2,25	2,34	2,64	2,54	2,45	2,58	2,15	2,45	2,47
Viv 20	2,54	2,04	2,59	2,60	2,35	2,7	2,21	2,25	2,29	2,46	2,34	2,65	2,36	2,45	2,19
Viv 21	2,54	2,58	2,12	2,03	2,14	2,69	2,22	2,28	2,21	2,54	2,19	2,32	2,54	2,58	2,17
Viv 22	2,25	2,54	2,50	2,34	2,25	2,19	2,19	2,36	2,14	2,36	2,25	2,41	2,65	2,57	2,33
Viv 23	2,36	2,65	2,21	2,12	2,36	2,58	2,45	2,45	2,21	2,32	2,45	2,33	2,65	2,70	2,12
Viv 24	2,45	2,32	2,45	2,57	2,12	2,74	2,36	2,27	2,36	2,28	2,25	2,23	2,45	2,58	2,65

5

Anexo 12. Pesos de la fracción orgánica caracterizada (kg)

Días	Zona 1			Zona 2			Zona 3			Zona 4			Zona 5		
	Residuo de cocina	Residuo de jardín	Total en kg	Residuo de cocina	Residuo de jardín	Total en kg	Residuo de cocina	Residuo de jardín	Total en kg	Residuo de cocina	Residuo de jardín	Total en kg	Residuo de cocina	Residuo de jardín	Total en kg
1	51,64	3,59	55,23	54,01	2,65	56,66	54,98	1,67	56,65	52,28	3,07	55,35	52,28	3,07	55,35
2	55,25	2,33	57,58	54,53	1,45	55,98	55,67	1,98	57,65	54,93	2,45	57,38	54,93	2,45	57,38
3	55,76	2,46	58,22	55,01	2,73	57,74	54,97	2,47	57,44	55,12	2,42	57,54	55,12	2,42	57,54
4	51,68	2,89	54,57	55,69	3,20	58,89	55,06	2,89	57,95	53,97	2,68	56,65	53,97	2,68	56,65
5	52,91	2,65	55,56	54,57	2,97	57,54	53,08	2,79	55,87	55,47	2,09	57,56	55,47	2,09	57,56
6	54,36	1,26	55,62	52,34	3,64	55,98	53,79	2,89	56,68	53,56	3,07	56,63	53,56	3,07	56,63
7	54,84	1,48	56,32	52,41	4,24	56,65	53,64	3,01	56,65	54,51	2,14	56,65	54,51	2,14	56,65
8	55,11	1,87	56,98	54,22	2,56	56,78	53,53	2,49	56,02	53,46	1,98	55,44	53,46	1,98	55,44
9	51,96	4,36	56,32	54,56	2,78	57,34	55,98	1,58	57,56	55,66	1,66	57,32	55,66	1,66	57,32
10	54,95	2,54	57,49	53,94	3,04	56,98	54,21	2,64	56,85	51,55	3,7	55,25	51,55	3,7	55,25
11	51,96	4,66	56,62	54,23	2,64	56,87	54,75	2,48	57,23	56,31	0,96	57,27	56,31	0,96	57,27
12	52,60	1,78	54,38	55,28	2,47	57,75	56,09	2,78	58,87	54,57	1,75	56,32	54,57	1,75	56,32
13	53,40	2,48	55,88	55,47	2,68	58,15	54,69	1,87	56,56	53,75	3,81	57,56	53,75	3,81	57,56
14	53,33	2,69	56,02	53,09	3,69	56,78	51,35	4,21	55,56	55,17	3,41	58,58	55,17	3,41	58,58
15	52,23	3,01	55,24	51,15	3,08	54,23	52,88	2,35	55,23	54,49	2,75	57,24	54,49	2,75	57,24
Total	801,98	40,05	842,03	810,50	43,82	854,32	814,67	38,1	852,77	814,8	37,94	852,74	814,8	37,94	852,74

Anexo 13. Imágenes de las actividades realizadas durante la investigación



Encuesta al Ing. Fredis Zambrano, caracterización de la fracción orgánica.





Realización de varias actividades durante el proceso de compostaje.

