UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE SISTEMA DE COMPOSTAJE EN LA COMUNIDAD 20 DE MAYO, PARROQUIA COTUNDO, CANTÓN ARCHIDONA.

AUTOR:

Cristian Joel Tanguila Chimbo

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Jessica Alexandra Machado Cuzco

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE SISTEMA DE COMPOSTAJE EN LA COMUNIDAD 20 DE MAYO, PARROQUIA COTUNDO, CANTÓN ARCHIDONA.

AUTOR:

Cristian Joel Tanguila Chimbo

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Jessica Alexandra Machado Cuzco

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO: Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de Mayo, Parroquia Cotundo, Cantón Archidona.		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple Bien presentado.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple Bien presentado.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	15/20	Cumple parcialmente Mejor presentado que la versión anterior. Sin embargo, en su intento de formar párrafos mezclan muchas ideas.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	13/15	Cumple parcialmente Brinda información del tema, pero, hay partes dónde no hay conexión de oraciones. Además, existe mala estructuración de párrafos.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	13/15	Cumple parcialmente Tablas y sus nombres están fuera de formato.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	19/25	Cumple parcialmente Títulos de figuras fuera de formato. Palabras mal escritas. Ejemplo: **amazonia** Resultados y discusión presentados de manera confusa. La discusión debería ser más fuerte
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Cumple parcialmente Falta incluir conclusiones de su trabajo que fue una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple Bien presentadas.
VALORACIÓN TOTAL	83/100	83

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	83

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MANUEL RUBEN DUEÑAS TITUAÑA

M.Sc. Manuel Rubén Dueñas
Tituaña

Dado en la ciudad de Lago Agrio, a los 08 días del mes de marzo de 2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO: Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de mayo, Parroquia Cotundo, Cantón Archidona.		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	4/5	Cumple, aunque no en su totalidad
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	Cumple parcialmente
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Cumple parcialmente
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	14/15	Cumple parcialmente

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	Cumple parcialmente
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Cumple parcialmente
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	Cumple parcialmente
VALORACIÓN TOTAL	**90/100**	**Aprobar**

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**90/100**

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
EDISON ROBERTO SUNTASIG NEGRETE

SUNTASIG NEGRETE EDISON
Docente

Dado en la ciudad de Puyo, a los 09 días del mes de marzo de 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: **Tanguila Chimbo Cristian Joel**, con C.I. 1501189250, con el Tema: "**Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de Mayo, Parroquia Cotundo, Cantón Archidona**", de la carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Jessica Alexandra Machado Cuzco, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%. Informe generado con fecha 02 de marzo de 2023, por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JESSICA ALEXANDRA MACHADO CUZCO

Jessica Alexandra Machado Cuzco

Docente tutor del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de mayo, Parroquia Cotundo, Cantón Archidona(4).docx (D159931625)
Submitted	2023-03-02 20:31:00
Submitted by	
Submitter email	ja.machadoc@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	ja.machadoc.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Parroquia Ta rqui, Cantón Puyo, Provincia de Pastaza.docx** — 2
Document Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Parroquia Ta rqui, Cantón Puyo, Provincia de Pastaza.docx (D142642850)
Submitted by: ppenafiel@uea.edu.ec
Receiver: ppenafiel.uea@analysis.urkund.com

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Implementación de un programa de compostaje en la comunidad Nocuno, provincia de Napo.docx** — 1
Document Implementación de un programa de compostaje en la comunidad Nocuno, provincia de Napo.docx (D142644402)
Submitted by: lrodriguez@uea.edu.ec
Receiver: lrodriguez.uea@analysis.urkund.com

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Propuesta de plan de gestión integral de residuos sólidos en la Parroquia Diez de Agosto, cantón Pastaza.pdf** — 14
Document Propuesta de plan de gestión integral de residuos sólidos en la Parroquia Diez de Agosto, cantón Pastaza.pdf (D159831456)
Submitted by: sh.cuichanp@uea.edu.ec
Receiver: sh.cuichanp.uea@analysis.urkund.com

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PRÁCTICAS PP2.pdf** — 1
Document PRÁCTICAS PP2.pdf (D126728934)
Submitted by: amb2017164@uea.edu.ec
Receiver: sh.cuichanp.uea@analysis.urkund.com

Entire Document

Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de Mayo, Parroquia Cotundo, Cantón Archidona.
Tanguila Chimbo Cristian Joel1
amb2016166@
uea.edu.ec
Machado Cuzco Jessica Alexandra, M.Sc2 ja.machadoc@uea.edu.ec
Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la vida, Carrera de Ingeniería Ambiental (1)
Resumen
Ante la

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIA
Trabajo de Integración Curricular

Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de Mayo, Parroquia Cotundo, Cantón Archidona.

Tanguila Chimbo Cristian Joel[1]
amb2016166@uea.edu.ec

Machado Cuzco Jessica Alexandra, M.Sc[2]
ja.machadoc@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la vida, Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

Ante la creciente generación de residuos orgánicos en el Ecuador, se han desarrollado alternativas a la disposición directa en botaderos, como formas sostenibles de tratamiento. El compostaje, nos permite la degradación de materia orgánica, teniendo gran relevancia en la gestión de residuos sólidos, ya que nos permite valorizar grandes volúmenes de residuos orgánicos, además de la reducción de carga del relleno sanitario. El presente trabajo tiene como objetivo crear una propuesta de programa de aprovechamiento de residuos orgánicos en la comunidad 20 de Mayo, parroquia Cotundo, mediante un sistema de compostaje, adaptado a las condiciones de la zona, empleando un enfoque cualitativo de alcance descriptivo, desarrollaron dos fases de acción: la primera un diagnóstico situacional del manejo de residuos sólidos, a través de encuestas en campo. Determinando un 50% de residuos eliminados por medio de camiones recolectores, 19% por arrojamiento en áreas verdes, 19% en botaderos y 12% mediante la quema directa. Además, un 65% de aprovechamiento de residuos orgánicos, a una pequeña porción generada, mientras que el 35% son eliminados por los medios tradicionales. Segunda, realizando un muestreo poblacional y caracterización de residuos por medio del sistema de cuarteo, lográndose identificar una Producción Per Cápita (PPC) de 0.35 kg/hab/día, de los cuales, 70% son residuos orgánicos, en su mayoría correspondiente a la fracción de residuos orgánicos de tipo verde. La investigación realizada representa una herramienta estratégica que contribuye al aprovechamiento de residuos orgánicos por medio del compostaje, así como un mejor manejo, recolección y disposición final de residuos sólidos en la comunidad. Las actividades claves para su desarrollo están enfocadas en la educación, separación desde la fuente, recolección, acopio y tratamiento, trayendo consigo beneficios, ambientales, económicos y sociales. Así como el aprovechamiento del producto en pequeños cultivos de traspatio, para el mejoramiento de la calidad de vida.

Palabras Clave: Aprovechamiento, compost, gestión, residuos.

Abstract

Given the growing generation of organic waste in Ecuador, alternatives to direct disposal in dumps have been developed as sustainable forms of treatment. Composting allows us to degrade organic matter, having great relevance in solid waste management, since it allows us to value large volumes of organic waste, in addition to reducing the load of the landfill. The objective of this work is to create a proposal for a program for the use of organic waste in the 20 de Mayo community, Cotundo parish, through a composting system, adapted to the conditions of the area, using a qualitative approach of descriptive

scope, developed two action phases: the first, a situational diagnosis of solid waste management, through field surveys. Determining 50% of waste eliminated by means of collection trucks, 19% by dumping in green areas, 19% in dumps and 12% by direct burning. In addition, 65% of organic waste is used, a small portion generated, while 35% is eliminated by traditional means. Second, by carrying out a population sampling and waste characterization through the quartering system, managing to identify a Per Capita Production (PPC) of 0.35 kg/inhab/day, of which 70% are organic waste, mostly corresponding to the fraction of green type organic waste. The research carried out represents a strategic tool that contributes to the use of organic waste through composting, as well as better management, collection and final disposal of solid waste in the community. The key activities for its development are focused on education, separation from the source, collection, collection and treatment, bringing environmental, economic and social benefits. As well as the use of the product in small backyard crops, to improve the quality of life.

***Keywords**:* Use, management, waste, compost.

1. INTRODUCCIÓN.

El crecimiento poblacional ha generado un incremento desmesurado de Residuos Sólidos (RS). Según González y Rodríguez (2022), se prevé el aumento de un 70% a nivel mundial en los próximos 30 años. Más del 90% de residuos generados son vertidos o quemados de forma directa e invasiva, principalmente en países en vías de desarrollo (Catalán, 2020). Por su parte, el 10% son gestionados por municipalidades, de los cuales un 33% se realizan sin ningún tipo de análisis técnicos y ambiental, contribuyendo a la contaminación (suelo, agua y aire) y afecciones a la salud (Ninco & Sánchez, 2017).

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) determina que, en Ecuador, el 77% de la población elimina los RS por medio de camiones recolectores. El 23% eliminan de forma invasiva como: arrojamiento, enterramiento, quema y deposición en cursos de agua. Los desechos gestionados por municipalidades son vertidos un 28% en rellenos sanitarios y 72% en botaderos a cielo abierto. Tan solo el 24% de Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) inician procesos de separación en la fuente (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

La aplicación de tecnologías para aprovechar los residuos es una alternativa viable en zonas rurales, donde los sistemas de recolección no son económicamente viables (Montes, 2018). En la actualidad, existen diversas formas de aprovechamiento de residuos orgánicos como el bioalcohol, biodiesel, biol, bocashi, etc (INTA, 2019). Destacando el compostaje como el mecanismo de mayor aplicación (Crisolo, 2020) y el más utilizados en la Amazonía (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020). En la parroquia Cotundo (comunidad 20 de Mayo) el 26% de viviendas cuentan con sistema de recolección, sin embargo, el 74% de población utiliza formas invasivas de eliminación, repercutiendo en la degradación de ecosistemas. La inexistencia de una cultura de manejo de residuos, ha desembocado en la carencia de participación en programas, en torno, al aprovechamiento de residuos sólidos (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cotundo, 2015).

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante un sistema de compostaje en la comunidad 20 de mayo,

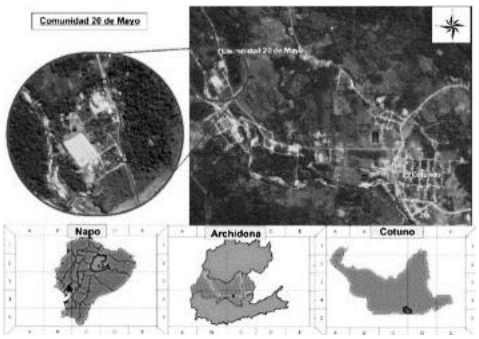
Parroquia Cotundo, mediante un diagnóstico y análisis de alternativas con el propósito de realizar un manejo adecuado, potenciar su tratamiento y valorización. Las variables de estudio relacionan la producción, aprovechamiento y disposición final, mediante entrevistas, visitas de campo y documentación bibliográfica. La importancia del estudio reside en establecer una propuesta viable de aprovechamiento mediante un sistema de compostaje, gracias a su relativa sencillez e incorporación a la agricultura tradicional.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Localización

La comunidad 20 de Mayo se encuentra ubicada en la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo. Se encuentra limitado al norte con el cantón Quijos, sur cantón Tena, este provincia de Orellana, oeste provincias de Pichincha y Cotopaxi. Se encuentra en una altitud entre 600 msnm y 5680 msnm, con una población de 160 habitantes. Presenta una precipitación entre 1500 y 2000 mm, con una temperatura entre 12 y 18 ºC (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cotundo, 2015).

Figura 1. Mapa de ubicación de la Comunidad 20 de Mayo.



Fuente: Adaptado de (Google Earth, 2022).

2.2 Tipo de investigación

La presente investigación está encaminada en la línea de gestión ambiental, basado en un enfoque cualitativo, de alcance descriptivo simple, ya que parte desde un análisis situacional, estableciendo una relación entre población – ambiente (Arenas, 2017). Para posteriormente establecer estrategias viables de tratamiento mediante sistema de compostaje en la comunidad (Arévalo, 2017). La metodología se encuentra basada en González & Rodríguez (2022), desarrollando tres fases de acción: la primera realiza una recopilación de información y diagnóstico actual**.** Segunda, un análisis para establecer un método de compostaje adecuado para la comunidad y su entorno (Rodriguez & Revelo, 2017) y finalmente estableciendo una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos.

2.3 Socialización con la comunidad

Para realizar la recolección de información, es necesario contar con el apoyo de las autoridades en sus diferentes niveles. La jerarquía de socialización de la comunidad se procede de la siguiente manera:

- Autoridades de primer orden del GAD Parroquial de Cotundo que promueven normas, procedimientos de aprovechamiento de residuos (Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva, 2015).
- Líderes principales de la comunidad 20 de Mayo quienes serán los encargados de la socialización del programa comunitario y participación comunitaria.

- Población en general quienes recibirán la socialización de la realización del compostaje, metodología y participación activa.

2.3.1 Fase 1.- recopilación de información y diagnóstico

Para la obtención de información y posterior análisis se estableció una serie de fases de manera cronológica (Martín & González, 2019) que se encuentran sintetizadas en dos grupos. Recopilación de información referente a la población y su entorno, e información referente a la caracterización de muestra orgánica.

2.3.1.1. Población

La recolección de información, se realizó de forma directa, mediante visitas de campo. La técnica empleada fue la encuesta, a través de cuestionarios previamente establecidos, sobre la disposición, recolección, aprovechamiento y manejo de residuos orgánicos. Para obtener la información correcta y real de las encuestas, se estableció un tamaño muestral mediante la aplicación de la Ecuación 1, con un 90% de confianza a partir de la población correspondiente a 160 habitantes distribuidos en 20 viviendas.

Ecuación 1. Tamaño de muestra de la población

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

Donde:
n: tamaño de la muestra
N: tamaño de la población
Z: nivel de confianza (1.65)
e: error de estimación aceptada (0.1)
p: probabilidad que ocurra el evento (0.5)
q: probabilidad que no ocurra el evento (0.5)

Las variables aplicadas en la formulación de la encuesta se encuentran dentro del "Censo de Información Ambiental Económica en GAD Provinciales 2019. Metodología" apartado variables de Gestión Ambiental (INEC, 2020)., y "Encuestas de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Metodología" (INEC, 2022).

Tabla 1. Variables de diagnóstico.

Variable	**Formato de variable**	**Categoría**
Número de personas en el hogar	Numérico	Números enteros
Conocimiento sobre residuos sólidos orgánicos e inorgánicos	Categórico	Si – No
Tipo de residuos más desechados	Categórico	Orgánico – Inorgánico
Formas de aprovechamiento de residuos	Categórico	Alimento, abonos orgánicos, otros.
Variable	Formato de variable	Categoría
Conocimiento sobre el compostaje	Categórico	Si - No
Participación en programas de compostaje	Categórico	Si – No
Utilización de fertilizantes en cultivos	Categórico	Si – No
Cantidad de desechos producidos en actividades productivas	Numérico	Número entero

Fuente: (INEC, 2020).

2.3.1.2. Muestra orgánica

Para realizar el muestreo partimos de la población universo correspondiente a 20 núcleos familiares o viviendas. La recolección y mezcla de residuos generados, se realiza diariamente (del 21 de enero al 28 de enero), para caracterizar sus componentes, basado en la "Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos" (Alayón, 2020), tras un proceso de cuarteo que consta de:

- Toma de muestra y descarga directa sobre el suelo.
- Formación de un círculo de 1.5m con los residuos y dividir en cuadrantes.
- Mezcla y homogeneización de residuos por el círculo.
- Selección de dos cuadrantes opuestos de residuos.
- Clasificación y pesaje por cuadrante: plástico, papel, cartón y papel, vidrio y residuos orgánicos.
- Promedio de peso y porcentaje por componente.

Ecuación 2. Promedio de residuos por tipo.

$$\boldsymbol{Promedio\ por\ tipo\ de\ residuo} = \frac{kg\ cuadrante\ 1 + kg\ cuadrante\ 3}{2}$$

Ecuación 3. Porcentaje por tipo de residuo.

$$\boldsymbol{Porcentaje}\ (\%) = \frac{kg\ por\ tipo\ de\ residuo}{kg\ promedio\ de\ residuos\ recolectados} * 100$$

Para la caracterización de residuos orgánicos se basa en la clasificación por colores de Rodríguez & Córdoba (2006) debido, a que este tipo de clasificación contempla características físicas, que pueden aportar de manera determinada, en los sistemas de compostaje.

Tabla 2. Clasificación de residuos orgánicos.

Tipo	Residuos	Observaciones
Residuos cafés	Aserrines, virutas Hojas secas Paja, heno, pastos secos y podas	No utilizar elementos con químicos Ayudan a la aireación
Residuos verdes	Cítricos Estiércoles de animales, residuos de comida Hojas verdes y malezas	Útil en conformaciones de pH
Tipo	**Residuos**	**Observaciones**
Residuos menores	Aceites y grasas Lácteos Carnes, huesos Sobrantes de comida	Necesario encontrarse mezclado con elementos secos Degradación lenta

Fuente: (Rodríguez & Córdoba, 2006).

2.3.1.3. Caracterización de información y análisis de datos

Los valores obtenidos de las encuestas de campo y muestra orgánica, fueron sometidos a análisis y agrupamientos, a través del programa Microsoft Excel, acorde a las variables de análisis previamente establecidas. Se estableció de forma gráfica los resultados para determinar conclusiones del comportamiento de la población y su entorno, así como las características principales de la composición de los residuos orgánicos.

2.3.2 Fase 2.- Evaluar diferentes métodos de compostaje

Se realiza una revisión sistemática a través de buscadores: Google Schoolar, Dialnet, como fuentes de información (Centre for Evidence-Based Conservation, 2013) de los principales métodos de compostaje (Rojas & Yenque, 2021). La información establece el método de compostaje más adecuado, tomando como términos de inclusión y exclusión artículos publicados sujetos a un periodo del 2017 – 2022 en el Ecuador.

Tabla 3. Fases de revisión sistemática

Fases	**Descripción**
Definición de objetivo	Analizar el método de compostaje que mejor se adapte a las condiciones de la Comunidad 20 de Mayo.
Criterios de exclusión	Análisis bromatológicos Estudios a nivel laboratorio
Valoración y extracción	Validez y descarte de estudios Agrupación de artículos según criterios
Revisión final	Análisis de artículos empleados (lectura crítica)
Clasificación de alternativas	Calificación de métodos en un rango de 1 a 3 según criterios ecológico, social y económico
Análisis de resultados	Selección de método de compostaje

Fuente: Autor.

Los artículos sometidos a selección según los términos de inclusión y exclusión, así como su relevancia de contenido, son utilizados para determinar el método más adecuado. De un total de 172 artículos, 30 artículos son seleccionados por su mención técnica en base a criterios ecológico, social y económico.

Tabla 4. Sistematización de información

Criterio	**Valor**
Búsqueda bibliográfica	Google schoolar: 157 Dialnet: 15 Total: 172
Duplicados	13
Criterio	Valor
Exclusión por criterios	63
Artículos no relevantes	37
Segunda exclusión por relevancia	29
Artículos de selección por criterios: Ecológico, Social, Económico	30

Fuente: Autor.

2.3.3 Fase 3.- Propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos.

Para el diseño de la propuesta de aprovechamiento y sus diferentes fases se tomaron como criterios principales la población, cantidad de desechos generados y condiciones climáticas (Secretaria Consejo Nacional Ambiental, 2020 - 2050).

Ecuación 4. Producción Per Cápita.

$$\boldsymbol{PPC} = \frac{Residuos\ Orgánicos\ de\ población\ por\ día\ (kg)}{Número\ de\ habitantes}$$

2.3.3.1 Fases para la elaboración de un programa de compostaje comunitario

Para la elaboración de un programa de compostaje es necesario establecer fases ordenadas y cronológicas que contemplen el origen de residuos hasta el producto final.

Tabla 5. Fases para un programa de compostaje.

Fases	Descripción
Separación en la fuente	Separación de residuos orgánicos (según el tipo de color) mediante recipientes diferenciados
Centro de acopio de residuos	Espacio físico con lineamientos técnicos que faciliten la limpieza, olores y proliferación de insectos y vectores contaminantes
Método de compostaje	El método empleado es el resultado de la fase 2
Alternativas de uso	Formas de uso y aprovechamiento del compost

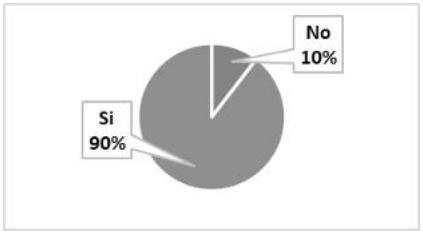
Fuente: Autor.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Población

En la comunidad 20 de Mayo tras la aplicación del tamaño muestral se determinaron 48 personas para la realización de encuestas. La mayor parte de la población tiene conocimiento respecto a la diferencia de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, como se muestra en la figura 2. Esto en concordancia a Proaño (2022), donde el conocimiento es de 91%. Pese a esto, no existente una aplicación en los hogares, mediante una recolección diferenciada. Además, solo el 40% de gestiones de residuos sólidos en la provincia de Napo han iniciado procesos de recolección diferenciada. Es necesario el incremento de estas medidas para mitigar efectos adversos en el futuro (INEC, 2021).

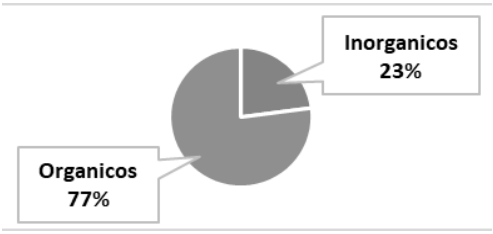
Figura 2. Diferencia entre orgánico e inorgánico



Fuente: Autor.

Los residuos que más se generan en las viviendas son orgánicos, debido a que la comunidad se encuentra en un área principalmente rural. Según el INEC (2021), incluso en áreas netamente urbanas el 56% son de tipo orgánico, por su parte en la amazonia representan un 65% del total de residuos generados (Solíz et al., 2020).

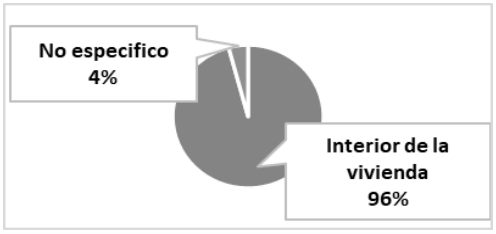
Figura 3. Residuos generados



Fuente: Autor.

La mayor parte de la población almacena los residuos en el interior de las viviendas hasta su eliminación, mientras el otro porcentaje elimina por quema, enterramiento y disposición fuera del hogar (botaderos). Este comportamiento tiene una estrecha relación entre la distancia de los asentamientos humanos y los sitios de disposición, debido a su influencia directa en el almacenamiento o eliminación (Vélez et al., 2019).

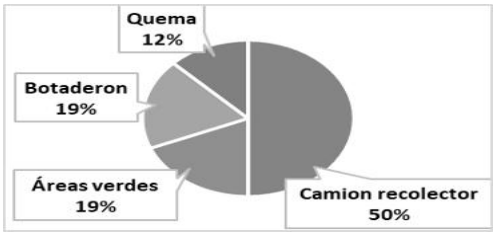
Figura 4. Lugar de almacenamiento



Fuente: Autor.

Podemos determinar que en la comunidad la mitad de familias evacuan residuos a través del sistema de recolección (camiones). Mientras, otros medios de eliminación son el arrojamiento (19%), botaderos (19%) y quema (12%), esto en concordancia a los rangos extraídos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cotundo (2015), donde la eliminación por camiones es de 26%, terrenos baldíos o quebradas 34% y quema directa 20%. Según Vélez et al. (2019) esto se debe a la falta de conocimiento y sensibilización en el manejo adecuado de residuos sólidos. Además, es necesario destacar que, en la información proporcionada, se excluye el arrojamiento en chacras de traspatio y una porción utilizada como alimentos de animales.

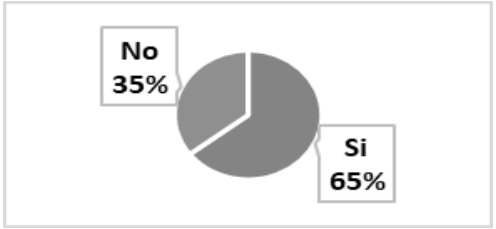
Figura 5. Forma de evacuar residuos



Fuente: Autor.

Las encuestas nos muestran que, si realizan aprovechamiento de residuos orgánicos, ya sea como alimento para animales, o a su vez, como materia prima para sus cultivos de traspatio. Esta tendencia ha ido incrementando paulatinamente, ya que entre el año 2015 – 2018 el 41% de residuos orgánicos generados son aprovechados de diferentes maneras (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020).

Figura 6. Aprovechamiento de residuos orgánicos

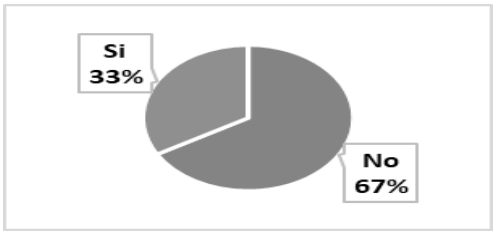


Fuente: Autor.

La población en su mayoría menciona que, no tienen conocimiento sobre el compostaje como un mecanismo aislado, sino que su conocimiento es general de abonos

orgánicos sin la especificación de cada uno, especialmente en aquellos transmitidos entre familia y comunidad. Es necesario resaltar este apartado, al presentar conocimiento y uso de materia orgánica, es más rápida su aceptación, implementación y participación en la creación de programas de aprovechamiento (Vélez et al., 2019; Solíz et al., 2020).

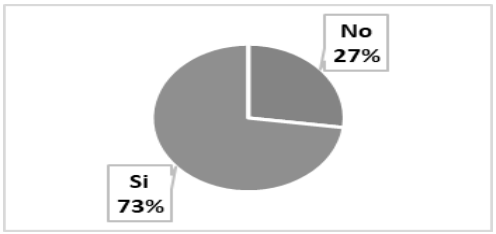
Figura 7. Conocimiento sobre el compostaje



Fuente: Autor.

La mayor parte de la comunidad 20 de Mayo mencionan su interés a participar en un programa de compostaje comunitario, ya que, en muchos de los casos, las familias realizan estos procesos, pero sin el conocimiento técnico (Solíz et al., 2020), el cual, se aprovecharía en cultivos de la zona, a su vez, se reduce los costos de producción en tras patio.

Figura 8. Predisposición a la realización de un programa de compostaje comunitario

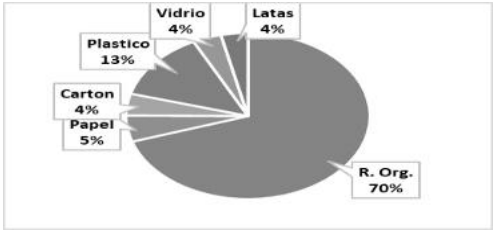


Fuente: Autor.

3.2 Muestra orgánica

En la comunidad 20 de Mayo podemos observar que en el transcurso del 21 al 28 de enero, se obtuvo 176.53 kg, con un 70% de residuos orgánicos. Este comportamiento está relacionado a la cercanía o lejanía de las comunidades con centros urbanos, un ejemplo es la ciudad de Tena, donde se obtuvieron 49% de residuos orgánicos (Sanmartin & Aguirre, 2019), mientras en la comunidad Gareno fueron el 90% (Vélez, Peñafiel, Heredia, Barreno, & Chávez, 2019). Por su parte, Solíz et al. (2020), menciona en la amazonía ecuatoriana entre el 55 y 57% del total de ingreso a los rellenos sanitarios son de tipo orgánico, sin contemplar la eliminación por otros medios.

Figura 9. Residuos sólidos producidos en la comunidad 20 de Mayo.



Fuente: Autor.

De un total de 123.57 kg de residuos orgánicos, el 88% son de tipo verde (residuos vegetales frescos), mientras que, de tipo café (residuos vegetales secos y virutas) y de tipo

menores (residuos de comida procesada) aportaron un 7 y 5 % respectivamente. Según Delgado et al. (2020) debido a la baja disposición de residuos cafés presentes en los hogares, es necesario optar por materiales alternos como tamo de arroz, viruta o paja

Tabla 6. Clasificación de residuos orgánicos producidos en la comunidad.

	Tipos	**Kg**	**%**
Residuos Orgánicos	Residuos Cafés	8.65	7%
	Residuos Verdes	108.74	88%
	Residuos menores	6.18	5%
	TOTAL	**123.57**	**100%**

Fuente: Autor.

Como podemos observar en la Tabla 7 en la producción per cápita se obtuvo 0.35 kg/hab/día, semanalmente produciendo 55.27 kg de residuos orgánicos disponibles para la producción de compost en la comunidad. El resultado obtenido supera levemente al resultado de un estudio similar en la ciudad del Tena con una producción de 0.31 kg/hab/día en población rural en un periodo normal (Sanmartin & Aguirre, 2019). Destacando la existencia de un aumento del 0.5% anual (Chida, 2019 - 2020).

Tabla 7. Producción de materia orgánica

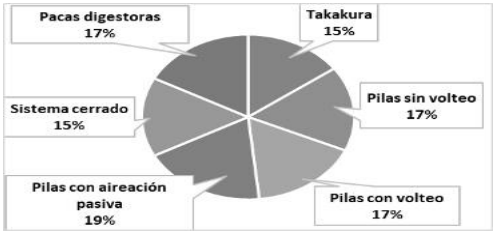
Criterio	**Valor**
Población	160 habitantes
PPP (Producción Per Cápita)	0.35 kg/hab/día
Producción semanal	55.27 kg/hab
Producción semanal total	386.92 kg
Producción mensual total	1702.43 kg

Fuente: Autor.

3.3 Revisión sistemática

Los criterios fijados para su valoración se encuentran en función de cada método de compostaje y su relativa facilidad de implementación o expansión. El método de pilas con aireación pasiva presenta un mayor puntaje con un 19% debido a la mayor presencia de valores óptimos, siendo el método seleccionado para la realización de la propuesta de compostaje.

Figura 10. Criterios de elección de métodos de compostaje



Fuente: Autor.

3.4 Propuesta de un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de Mayo.

La propuesta de gestión de residuos orgánicos, se encuentran basados en la Guía Técnica de Procedimientos y Metodología para la Recolección y Manejo de Datos para el Sector Residuos (Initiative for Climate Action Transparency, 2021).

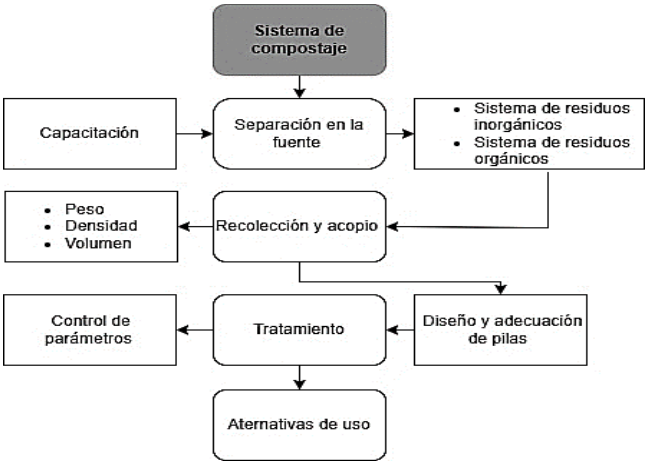
Tabla 8. Información primaria para un programa de compostaje

Variable	Datos de actividad	Unidad
Generación de residuos sólidos	Producción per cápita	Kg/hab/día
	Densidad promedio	Kg/m^3
	Volumen	m^3
	Total de residuos	Kg
Variable	Datos de actividad	Unidad
Caracterización	Parte orgánica	%
	Residuos orgánicos	Kg

Fuente: (Initiative for Climate Action Transparency, 2021).

El programa de compostaje cuenta con puntos principales de: separación, recolección y tratamiento de residuos orgánicos.

Figura 11. Diagrama del Sistema de compostaje



Fuente: Autor.

3.4.1. Separación en la fuente

Para realizar un proceso eficiente se requiere el compromiso de participación de la población. Siendo necesario la capacitación, contemplando desde la separación en la fuente hasta la producción de compost. Las temáticas que aborda las capacitaciones son:

Tabla 9. Programa de capacitación de residuos sólidos

Temática	Instrumento
Clasificación de residuos sólidos	Presentaciones audiovisuales
Residuos sólidos inorgánicos	Presentaciones audiovisuales
Reciclaje (3R)	Botes, báscula, desechos, guantes
Residuos sólidos orgánicos	Presentaciones audiovisuales
Clasificación según colores	Botes, báscula, desechos, guantes
Bio – abonos	Presentaciones audiovisuales
Compostaje, requerimientos técnicos	Presentaciones audiovisuales

Fuente: Autor.

El sistema de evaluación de capacitaciones y seguimiento, son a través del modelo Kirkpatrick (Portilli, 2021) que consta de 4 cuatro niveles: satisfacción, aprendizaje, aplicabilidad y resultados (Kirkpatrick, 2022).

Tabla 10. Sistema de evaluación de capacitaciones

Nivel 1 reacción y satisfacción	**Nivel 2 aprendizaje**
Contenido y calidad de información	Conocimiento adquirido
Metodología	Métodos y técnicas
Instructores	Conceptos y habilidades aplicativas
Evaluaciones	
(Muestreo: Infraestructura y herramientas)	(Muestreo: Encuestas fijas, discusiones grupales)
Nivel 3 transferencia y aplicabilidad	Nivel 4 impacto de resultados
Desarrollo de habilidades y actitudes	Grado de mejoramiento de conocimiento
Participación	Trabajo en equipo
Liderazgo y toma de decisiones	Comunicación y acuerdos
	Planeación y ejecución
(Muestreo: Observación, propuestas, estudios de caso)	(Muestreo: Observación, evaluaciones, debates)

Fuente: Autor.

Para el aprovechamiento adecuado de residuos se establece dos sistemas de acopio. El primero correspondiente a material inorgánico con capacidad de aprovechamiento y reciclaje. El segundo, contenedores de clasificación de material orgánico según su clasificación por colores (González & Rodríguez, 2022).

Tabla 11. Sistema de clasificación de residuos orgánicos

Sistema uno. Residuos inorgánicos	**Sistema dos. Residuos orgánicos**
Papel y cartón	Residuos cafés
Vidrios	Residuos verdes
Plásticos	Residuos menores o procesados
Metales	

Fuente: Autor.

3.4.2. Recolección y acopio

Para determinar el espacio adecuado para la implantación del programa de compostaje es necesario el requerimiento de:

Tabla 12. Dimensión del espacio del compostaje

Material de ingreso promedio	**386,92 kg**
Densidad de materia inicial	380 kg/m^3
Tiempo de maduración	2 meses
Largo	13 m
Ancho	4.05 m
Área	52.65 m^2

Fuente: Autor.

3.4.3. Acopio de residuos

La recolección de residuos se realiza en lapsos de 7 días donde se determina los parámetros de entrada. El ingreso de residuos se realiza en una superficie plana para el muestreo, segregación y formación de pilas (Chero & Salcedo, 2020). Para determinar el

peso aparente se utiliza un recipiente exclusivo para este proceso. Se pesa el recipiente vacío, posteriormente se llena con residuos hasta su tope y se pesa, finalmente se resta el valor del recipiente vacío del recipiente con residuos orgánicos.

Ecuación 5: Peso aparente

$$\boldsymbol{Pa\ (kg)} = pt - pr$$

Donde:

pt: peso de muestra más recipiente (g)

pr: peso de recipiente vacío

Ecuación 6: Densidad

$$\boldsymbol{D}\left(\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m^3}}\right) = \frac{Pa}{Vr}$$

Donde:

Vr: volumen de recipiente

Ecuación7: Volumen

$$\boldsymbol{V\ (m^3)} = \frac{Pa + Marg.}{D}$$

Donde:

Marg.: margen de adición del 10% de Pa

3.4.4. Tratamiento

3.4.4.1. Diseño y configuración de pilas

La composición de las pilas está relacionadas a la cantidad de materia prima, densidad, humedad, temperatura y pH. Esto, debido a que los parámetros deben ser ajustado a la disponibilidad de material. Las pilas se encuentran conformadas de diferentes capas distribuidas de tal forma que el tiempo de proceso se optimizado.

Tabla 13. Distribución de capas de residuos orgánicos

Capa	Residuos	Valor
Primera capa	Ramas, cortezas	20 cm
Segunda capa	Residuos cafés	25 cm
Tercera capa	Residuos verdes	30 cm
Cuarta capa	Residuos cafés	25 cm
Quinta capa	Residuos verdes	30 cm
Sexta capa	Residuos cafés – tierra	40 cm

Fuente: Autor.

El montaje de pilas se realiza con la cantidad recolectada en un lapso de 7 días. El volumen y la altura se calcula con la densidad en el análisis de residuos.

Ecuación 8: Densidad

$$\boldsymbol{\rho} = \frac{m\ residuos}{Vpila}$$

Donde:

m residuos: masa de residuos

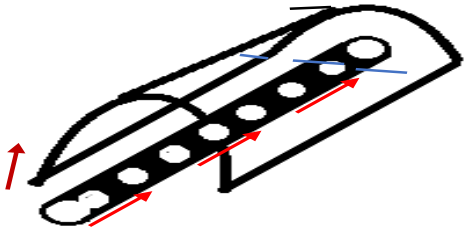
V pila: volumen de pila

$$\boldsymbol{V\ pila} = \frac{Abase * h}{3}$$

3.4.5. Tubos de aireación pasiva

Para el funcionamiento de aireación pasiva es necesario colocar un tubo pvc del largo de la pila. Se debe realizar dos filas opuestas de agujeros de 1.27 cm de diámetro, esto nos permite minimizar el taponamiento y ayudar el drenaje de agua (Malfer, 2021).

Figura 12. Pila de aireación pasiva



Fuente: Autor.

Tabla 14. Parámetros de pilas de compost

Aireación	**5 – 15 %**	**-**	**-**
pH	4.5 – 8.5	7 – 8	
Temperatura	35 – 70 %	45 – 75 %	40 – 70 %
Humedad	45 – 60 %	40 – 60 %	50 – 70 %
Tamaño de partícula	5 – 30 cm	3 – 5 cm	

Fuente: Autor.

3.4.6. Seguimiento y control de compostaje

3.4.6.1. Toma de muestra

La recolección de materia se realiza al inicio de proceso de compostaje, la muestra debe ser aproximadamente 1 kg para determinar sus parámetros: pH, temperatura, humedad, volumen, densidad.

3.4.6.2 Control de humedad

Para determinar el parámetro de humedad se realiza el método empírico del puño.

- Toma de material en la mano y se procede a cerrar la mano de manera fuerte
- Se observa si existe la presencia de un hilo continuo de agua, estableciéndose un rango de 50 – 60 %
- Si la presencia de hilo de agua no es continua la humedad presenta un rango de 40% de humedad
- Si el material no presenta un hilo de agua, el rango de humedad se encuentra entre 20 – 30 %.
- Si el material se desmorona presenta una humedad inferior al 20 % (FAO, 2013).

3.4.6.3. Control de pH

La medición de pH se realiza a través de tiras de papel tornasol en solución acuosa. Se realiza una disolución con una porción de pila a nivel de saturación (el material es incapaz de absorber más solución) y se toma la medición (Ninco & Sánchez, 2017).

3.4.6.4. Control de temperatura

Para el control de temperatura en la pila se procede a introducir un termómetro, en tres puntos dentro de toda la longitud de la pila. Los controles de temperatura se realizan dos veces por semana hasta la finalización del proceso. La fase mesófila transcurre en los

primeros 6 días, la fase termófila transcurre entre el 7 día y el día 18 con una temperatura de 62ºC (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020).

3.4.6.5 Rendimiento abono/materia prima

Para determinar el rendimiento de las pilas se realiza el pesaje transcurrido los 52 días, la temperatura interna es igual o inferior a la temperatura ambiental.

Ecuación 9: Rendimiento

$$\boldsymbol{R}(\%) = \frac{cr}{ci} * 100$$

Donde:

cr: peso de compost final (kg)

ci: peso de compost inicial (kg)

4. CONCLUSIONES

- Tras el análisis de resultados del presente trabajo, se concluye que el sistema de gestión de RS en la comunidad 20 de Mayo se encuentra limitada a la recolección (50%) por medio de camiones. Careciendo de programas y participación que fomenten la separación, clasificación y aprovechamiento de residuos como mecanismos clave para la gestión sostenible del GAD municipal.
- Los residuos orgánicos producidos en la comunidad 20 de Mayo corresponden a un 70% del total generado, representando un potencial para la ejecución del programa de aprovechamiento mediante compostaje, ya que nos proporciona las mejores condiciones de cantidad de residuos, parámetros técnicos y ambientales, además nos garantiza estabilidad de las etapas y reduce el tiempo de procesos para obtener un producto de calidad. Gracias a estas condiciones, el programa de aprovechamiento de residuos puede ser implementado de forma inmediata ya que cuenta con todos los puntos técnicos, ambientales y educativos para su ejecución.
- La propuesta de Programa de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante sistema de compostaje en la comunidad 20 de Mayo tiene como puntos fundamentales: la educación ambiental, separación en la fuente, recolección, acopio y tratamiento. La creación de este programa traerá consigo beneficios ambientales, sociales y económicos, mejorando la calidad de vida de la población.
- Los procesos contemplados para la ejecución del programa de compostaje se prevén en una zona segura y específicas para su realización, precautelando la generación de impactos en el ambiente.

REFERENCIA

Alayón, E. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Inventum, 15*(29), 76-94. doi: 10.26620/uniminuto.inventum15.29.2020.76-94

Arévalo, L. R. (2017). *Metodología para el manejo de residuos orgánicos del centro experimental Uyumbicho de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en Tambillo.* Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8284/1/T-UCE-0011-146.pdf

Burba, J. L., Lipinski, V. M., & Lopez, A. M. (2020). *Manejo de estiércol y compostaje para el cultivo de ajo en Cuyo (Argentina).* INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Obtenido de https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/10451/INTA_CR Mendoza-SanJuan_EEALaConsulta_Burba_JL_Manejo_de_esti%c3%a9rcol_y_compostaje_para_el_cultivo_de_ajo_en_Cuyo.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Catalán, C. N. (2020). *Diseño del sistema de gestión integral de resdiuos sólidos municipales en la cooperativa Mariuxi Febres Cordero del Guasmo Sur, Guayaquil.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48709/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n%20-%20Nicole%20Andrea%20Catal%c3%a1n%20Camba%20%28junio%202020%29.pdf

Centre for Evidence-Based Conservation. (2013). *Directrices para revisiones sistemáticas y síntesis de las evidencias en gestión medioambiental.* Colaboración para la evidencia ambiental. Obtenido de https://environmentalevidence.org/wp-content/uploads/2021/02/Manual-CEE-Directrices-Revisiones-Sistem%C3%A1ticas-en-Gesti%C3%B3n-Ambiental.pdf

Chero, S. J., & Salcedo, d. l. (2020). *Caracterización de residuos sólidos de Ecoaldea Eutopía, para generar una propuesta de modelo de gestión de la materia orgánica para su aprovechamiento en la producción de compost.* Chiclayo: Universidad de Lambayeque. Obtenido de https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/361/3/Chero%20y%20Salcedo%20-%20Tesis%20IA.pdf

Chida, C. K. (2019 - 2020). *Análisis multicriterio basado en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el Cantón Tena de la Provincia Napo, Ecuador.* Puyo: Universidad Estatal Amazónica. Obtenido de http://201.159.223.17/bitstream/123456789/810/1/T.AMB.B.UEA.%20%203249.pdf

Crisolo, L. (2020). *Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos como alternativa de uso sostenible.* Lima: Universidad Científica del Sur.

Davila, C. E. (2019). *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de rediduos sólidos orgánicos para generar compost en el D istrito de Rioja.* Chiclayo: Universidad Católica de Santo Toribio de Mogrobejo. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2501/1/TL_DavilaCaruajulcaEloisa.pdf

Delgado, A. M., Mendoza, L. K., González, M. I., Tadeo, L. J., & Martín, S. J. (2020). Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. *Revista internacional de contaminación ambiental, 35*(4), 965-977. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v35n4/0188-4999-rica-35-04-965.pdf

FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina.* Santiago de Chile: FAO. Obtenido de https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cotundo. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cotundo.* Cotundo: GAD Parroquial Rural de Cotundo.

González, R. L., & Rodríguez, A. D. (2022). *Formulación de una propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos a través del compostaje generado por la microempresa "Frutos del campo a la mesa S.A.S" ubicada en Tunja, Boyacá.* Bogotá: Universidad El Bosque. Obtenido de https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/7846/PROYECTO%202102-007.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INEC. (2020). *Censo de Información Ambiental Económica en GAD Provinciales 2019. Metodología* . Quito: INEC.

INEC. (2021). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos 2020.* Quito: INEC. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Residuos_solidos_2020/Presentacion_residuos_2020.pdf

INEC. (19 de noviembre de 2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Metodología.* Quito: INEC. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20OE.pdf

Initiative for Climate Action Transparency. (2021). *Guía Técnica de procedimiento y metodología para la recolección y manejo de datos para el Sector Residuos.* Quito : Subsecretaria de Cambio Climático. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/10/Guia-Tecnica-residuos.pdf

INTA. (21 de noviembre de 2019). *INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)*. Obtenido de https://inta.gob.ar/noticias/la-importancia-de-producir-compost

Kirkpatrick, D. L. (15 de diciembre de 2022). *multiculturalmanagement.net*. Obtenido de https://multiculturalmanagement.net/wp-content/uploads/2020/08/MODELO-KIRKPATRICK-Espanol-1-4.pdf

Malfer, M. F. (2021). *Estudio técnico y económico de la instalación de una planta de compostaje operada por infractores de la ley ubicada en Laguna Carén, Comuna de Pudahuel.* Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/183967/Estudio-tecnico-y-economico-de-la-instalacion-de-una-planta-de-compostaje-operada-por-infractores.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Martín, R. U., & González, R. Y. (2019). Metodología cualitativa para enfocar la mirada cuantitativa: la experiencia de los pretest cognitivos aplicados a la Encuesta de Salud del País Vasco. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*(43), 137-158. doi:DOI/ empiria.43.2019.24302

Matei, P. M., Sánchez, B. M., Martín, V. M., Diez, G. M., & García, G. M. (2015). Eficiencia del compostaje de sarmientos de vid mediante pilas abiertas como

método de higienización. *De Residuo a Recurso: Estrategias de Gestión, Tratamiento y Valorización*, 156-159. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Petruta-Matei/publication/274251254_Eficiencia_del_compostaje_de_sarmientos_de_vid_mediante_pilas_abiertas_como_metodode_higienizacion/links/5519b8ca0cf2f51a6fea21f1/Eficiencia-del-compostaje-de-sarmientos-de-vid-media

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2020). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales.* Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (08 de diciembre de 2022). *Gobierno del Encuentro.* Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/

Montes, C. C. (2018). *Estudio de los residuos sólidos en Colombia.* Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Obtenido de https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/34996da5-2eab-4fc3-ad8b-2eb67a322507/content

Ninco, C. C., & Sánchez, G. J. (2017). *Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos del municipio El Rosal, Cundinamarca.* Bogotá: Fundación Universidad de América. Obtenido de http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6036/1/6121848-2017-1-IQ.pdf

Portilli, G. G. (2021). *Modelo de evaluación Kirkpatrick en Educación para el Desarrollo y Ciudadanía Global: Recomendaciones para su adaptación en proyectos de Farmamundi.* Valencia: Universitat Politecnica de Valencia. Obtenido de https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/168999/Portllo%20-%20Modelo%20de%20evaluac%C3%B3n%20Krkpatrck%20en%20Educac%C3%B3n%20para%20el%20Desarrollo%20y%20cudadan%C3%ADa%20global%3A%20Recome....pdf?sequence=1&isAllowed=y

Proaño, T. C. (2022). *Elaboración de una propuesta de mejora de la gestión de residuos en una organización del sector minero Mina Chimbiyacu, cantón Archidona, provincia de Napo en 2022.* Tacna: Escuela de Posgrado Newman. Obtenido de https://repositorio.epneumann.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12892/416/TRABAJO_DE_INV_MGMA_PROA%c3%91O.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodriguez, L. N., & Revelo, M. W. (2017). Gestión integral de tesiduos sólidos en la empresa CYRGO SAS. *Tendencias, 18*(2), 103 - 121. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231292

Rojas, V. d., & Yenque, L. L. (2021). *Revisión sistemática: Métodos de compostaje de residuos orgánicos.* Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/68920/Rojas_VECC-Yenque_LLN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sanmartin, S. K., & Aguirre, S. K. (2019). *Estudio comparativo de la generación de residuos sólidos entre la zona central de la ciudad de Tena, Provincia de Napo y*

Puyo, Provincia de Pastaza. Puyo: Universidad Estatal Amazónica. Obtenido de http://201.159.223.17/bitstream/123456789/540/1/T.AMB.B.UEA.3225

Secretaria Consejo Nacional Ambiental. (2020 - 2050). *I Plan Nacional de Compostaje.* Secretaria Consejo Nacional Ambiental. Obtenido de https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2021/05/Plan-Nacional-de-Compostaje-2020-2050.pdf

Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva. (2015). *Diagnóstico de la Cadena de Gestión Integral de Desechos Sólidos-Reciclaje.* Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Trasición Ecológica. Obtenido de https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/08/Resumen-Cadena-de-Gestion-de-Residuos-S%C3%B3lidos.pdf

Solíz, T. M., Durango, C. J., Solano, P. J., & Yépez, F. M. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador.* Quito: INEC. Obtenido de https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Cartograf%C3%ADa-residuos-s%C3%B3lidos-Ecuador-2020.pdf

Tandazo, F. D., & Toledo, L. M. (2022). *Propuesta de diseño de un sistema de compostaje para el tratamiento de los residuos sólidos del relleno sanitario y rediseño de rutas de recolección de los residuos sólidos en la zona urbana del cantón Paltas.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22524

Vélez, G. A., Peñafiel, P. A., Heredia, M., Barreno, S. N., & Chávez, J. F. (2019). Propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos domésticos en la comunidad Waorani Gareno de la Amazonía Ecuatoriana. *Ciencias Ambientales/Environment Sciences, 12*(2), 33-45. doi:https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.324

Anexo 1. Marco teórico

1. Residuos sólidos

Son materiales, sustancias o elementos en distintos estados resultantes de las diferentes actividades humanas: comerciales, industriales, domésticas que son desechadas luego de su utilización. (Ninco & Sánchez, 2017), muchos de los residuos son susceptibles de transformación, aprovechamiento o materia prima de nuevos bienes (Montes, 2018).

1.1. Afectaciones de los residuos sólidos al medio ambiente

El mal manejo de los residuos sólidos puede desembocar en la creación de focos infecciosos y problemas para la salud humana. Además, tiene la capacidad de producir lixiviados, que representa un alto riesgo para la contaminación de aguas tanto superficiales como subterráneas, ya que es el resultado de grandes concentraciones de contaminantes y patógenos en un medio acuoso. Al entrar en contacto con cuerpos de agua reduce grandes cantidades de Demanda Química de Oxígeno e incorpora contaminante microbianos y coliformes fecales (Ninco & Sánchez, 2017).

Uno de los métodos más utilizados en la eliminación de residuos sólidos es la quema al aire libre, produciéndose componentes contaminantes y tóxicos para el ambiente como dióxido de carbono (CO2), monóxido de carbono (CO), sulfuros, etc. Estos componentes facilitan de forma acelerada la degradación de la calidad del aire (González & Rodríguez, 2022).

2. Clasificación de residuos sólidos.

2.1. Residuos sólidos inorgánicos

Residuos que presenta características físicas y químicas con una descomposición muy lenta.

2.2. Residuos sólidos orgánicos

Material procedente de flora y fauna que son susceptibles a la descomposición a través de microorganismos. Este tipo de desechos proceden principalmente de restos de comida y se degradan rápidamente (Davila, 2019) y es posible su transformación en bio-abonos mediante una gran variedad de técnicas (González & Rodríguez, 2022).

2.3. Gestión integral de residuos sólidos

Se puede definir a la gestión integral como la agrupación de diversas actividades que tienen la finalidad del manejo de toda la cadena de producción de residuos municipales, desde su generación hasta su disposición final o retorno de materia prima a través del reciclaje (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020).

Las actividades contempladas dentro de la gestión, se encuentran de forma ordenada e integral evitando cualquier impacto negativo en sus diferentes procesos. Las actividades incluyen la recolección, separación, procesamiento, reducción, reciclaje, reutilización y restauración de residuos. Los residuos se tratan de forma eficiente para aprovechar el mayor porcentaje de residuos, orgánicos como inorgánicos, creando nuevas cadenas de valor, reduciendo la cantidad de llegada al relleno sanitario y reduciendo los impactos ambientales y sociales (Rodriguez & Revelo, 2017).

3. Fases implementadas en la gestión integral de residuos sólidos

3.1. Generación y almacenamiento

Los residuos generados dentro de los hogares son almacenados en recipientes o fundas plásticas para su almacenamiento en aceras o contenedores hasta su transporte, a través de camiones recolectores hasta los botaderos o rellenos sanitarios municipales. Es obligatorio contar con sitios de almacenamiento los centros de generación de grandes cantidades de desechos, como plazas, centros comerciales, edificios y centros de aglomeración de altas cantidades de personas.

3.2. Recolección y transporte

Estas actividades responden a la mayor cantidad de recursos destinados dentro de la gestión, su meta primordial es la protección de la salud humana y la calidad ambiental. Esta actividad está contemplada por camiones recolectores con capacidad de hasta 30 m3 junto con el personal de limpieza. Los residuos sólidos son trasladados a las diversas plantas de recuperación para el aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos y finalmente su deposición en el relleno sanitario (Catalán, 2020).

3.3. Tratamiento y eliminación de residuos

La clasificación y recuperación de residuos tras la recolección y transporte, pueden tratarse de forma que permitan su aprovechamiento y reducción de volumen a su disposición final. Los residuos son recuperados por medio de reciclaje y transformado en energía térmica o materia prima para la creación de nuevos productos, evitando la creación de nuevos productos por medio de la explotación de recursos naturales.

4. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

El termino aprovechamiento de residuos sólidos es la posibilidad de extraer una utilidad o beneficio mediante su recuperación, ya sea por medio económico o energético. Cabe recalcar que el aprovechamiento no se considera el aumentar los valores de los residuos producidos, si no, extraer de manera intrínseca un valor ya contenido en sí (Montes, 2018).

4.1. Contenido de humedad

Es la relación de peso en agua contenida en el peso de materia o muestra, se lo puede expresar en peso húmedo o peso seco. En países de América latina y el Caribe el contenido de humedad representa entre 35% y 55% (Ninco & Sánchez, 2017).

$$\boldsymbol{M} = \frac{(w - d)}{d} * 100$$

M: contenido de humedad en porcentaje.
w: Peso de la muestra recogida (kg).
d: Peso de la muestra recogida después de secarse a 105ºC (kg)

4.2 producción per cápita (PPC)

producción de RS por persona en un día, producto de consumo de bienes y servicios, propio de la sociedad moderna (Tandazo & Toledo, 2022).

5. Compostaje

Tratamiento biológico aeróbico basado en la acción de diversos microorganismos que facilitan la transformación de distintos factores de la materia orgánica (Chero & Salcedo, 2020)., para convertir en recursos benéficos para la fertilidad de los suelos (Arévalo, 2017). Permite el desarrollo de temperaturas termófilas resultantes de procesos biológicos.

Este método permite la estabilización del sustrato a través de la eliminación de patógenos y restos de semillas. Este producto final puede aplicarse en forma de fertilizante al suelo para la producción de producto agrícolas (Arévalo, 2017).

5.1. Tipos de compostaje

5.1.1. Compostaje aeróbico

Proceso exotérmico que se desarrolla en presencia de oxígeno, capaz de originar variaciones térmicas debido a la población de microorganismo, dando como resultado dióxido de carbono, calor y vapor de agua (Davila, 2019).

5.1.2. Compostaje anaeróbico o biometanización

Proceso de transformación de materia orgánica sin la presencia del oxígeno, dando como resultado dióxido de carbono, metano, alcoholes y ácidos (Davila, 2019).

6. Parámetros que afectan el diseño y funcionamiento

6.1 Tamaño de partícula

Uno de los factores que más influyen en el resultado es el tamaño de partícula, entre menor es la partícula incrementa la velocidad del proceso, el tamaño ideal se encuentra entre 25 y 27 mm (Ninco & Sánchez, 2017).

6.2. pH

Se encuentra directamente relacionado a las actividades microbianas y el cambio de temperatura. La etapa mesófila causada por un incremento de temperatura el pH reduce a 5, posteriormente en la etapa termófila y mesófila II el pH incrementa a 8 u 8.5 para finalmente reducir su pH a 7 u 8 en su etapa de enfriamiento (Arenas, 2017).

6.3. Relación carbono – nitrógeno C/N

Esta relación se encuentra entre 25 – 35 en función de las materias primas utilizadas para su realización, mientras más elevada se encuentra esta relación, menor actividad microbiana existe en el proceso. El exceso de nitrógeno presente en la mezcla es eliminado en forma de amoniaco (Tandazo & Toledo, 2022).

El carbono es la fuente primordial de energía para los microorganismos encargados del proceso, mientras que el nitrógeno que representa más de un 50% de masa, tiene la función del crecimiento microbiano para que el proceso no se detenga hasta su término (Malfer, 2021).

6.4. Humedad

Este factor tiene la particularidad de fluctuación durante todo el proceso, ya que se encuentra íntimamente relacionado a las fases de temperatura que se encuentran, sin embargo, sus valores más óptimos se encuentra entre un 60 y 70%. Entre mayor es el nivel de humedad, más rápido es su cambio de proceso aeróbico a anaeróbico, iniciándose

procesos de putrefacción. Por su parte, entre menos humedad contenga la materia prima, menor actividad microbiana existirá, volviéndose más lento el proceso y extendiéndose el tiempo de proceso para su producto final.

6.5. Aireación

Este factor es vital para el buen funcionamiento del proceso, ya que el compostaje es un proceso de biodegradación aeróbico. La concentración de oxígeno en el sustrato depende del material utilizado, humedad, tamaño de partícula y volteos (Proaño, 2022).

Si el proceso no cuenta con una buena aireación, disminuye la cantidad de microorganismo aeróbicos e incrementa los microorganismos anaeróbicos, desprendiendo malos olores e iniciándose procesos de putrefacción. La aireación natural en este proceso no es suficiente debido a las altas temperaturas internas, siendo necesario la utilización de volteos o mecanismos de aireación pasiva o forzada para suplir esta necesidad

Tabla 15. Condiciones ideales para el compostaje

Condición	Rango aceptable	Condición óptima
Relación C/N	20.1 – 40.1	25.1 – 30.1
Humedad	40 – 65 %	50 – 60 %
Oxigeno	+ 5%	8%
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura	55 – 75ºC	65 – 70 ºC
Tamaño de partícula	0.5 – 1.0	variable

Fuente: (González & Rodríguez, 2022).

6.3. Economía circular

Se define como alternativas de beneficio social para eliminar residuos, economía que integra el aprovechamiento de materias primas y personas con un flujo.

Anexo 2. Formatos de encuestas

Encuesta Nº1 de residuos sólidos en las viviendas de la comunidad 20 de mayo

Fecha				
Encuestador				
Localidad				
Dirección				
Características climáticas				
Familia (apellidos)				
Representante				
Nº de personas				
1. Actividades predominantes				
2. Ingresos familiares				
Bajo	Medio	Alto		
3. Tipo de vivienda				
Propia	Arrendada			
4. Patio				
Pequeño	Amplio			
5. Tipo de animales que existen en la vivienda				
Perros	Gatos	Aves	Ganado	Otros
6. ¿Conoce que son los residuos sólidos?				
Si	No			
7. Tipo de recipiente utilizado para la recolección de residuos				
Balde	Costales	Fundas		
8. Número de recipientes utilizados para la recolección de residuos				
9. Cantidad aproximada de generación de residuos sólidos (basura)				
10. Lugar de almacenamiento de residuos sólidos dentro de la vivienda				
Interior de vivienda	Pario	No especifico		
11. De qué manera evacúa los residuos sólidos de su domicilio				
Camión recolector	Vertedero	Botadero		
Áreas verdes	Cursos de agua	Quema		
12. Material que separa en origen				
Residuos orgánicos	Papeles y cartón	Latas		
Residuos de jardín	Plástico	Vidrio		
13. Material que tiene la posibilidad de separar				
14. ¿Conoce cuál es la diferencia entre residuos orgánicos e inorgánicos?				
Si	No			
15. ¿Aprovecha usted los residuos orgánicos que genera en el hogar?				
Si	No			
16. ¿Aprovecha usted los residuos inorgánicos que genera en el hogar?				
Si	No			
17. ¿Cuáles son los residuos que más genera?				
Orgánico	Inorgánico			
18. ¿Está dispuesto a participar en un programa de separación y colecta de residuos en casa?				

Si	No
19. ¿Usted tiene conocimiento que es el reciclaje?	
Si	No
20. ¿Conoce los beneficios que tiene reciclar?	
Si	No
21. Permitiría la instalación de un centro de recuperación y/o reciclaje de materiales en su localidad?	
Si	No
22. ¿Conoce que es el compost?	
Si	No
23. ¿Usted ha realizado alguna vez compost?	
Si	No

Cuestionario Nº 2 de servicio de residuos sólidos

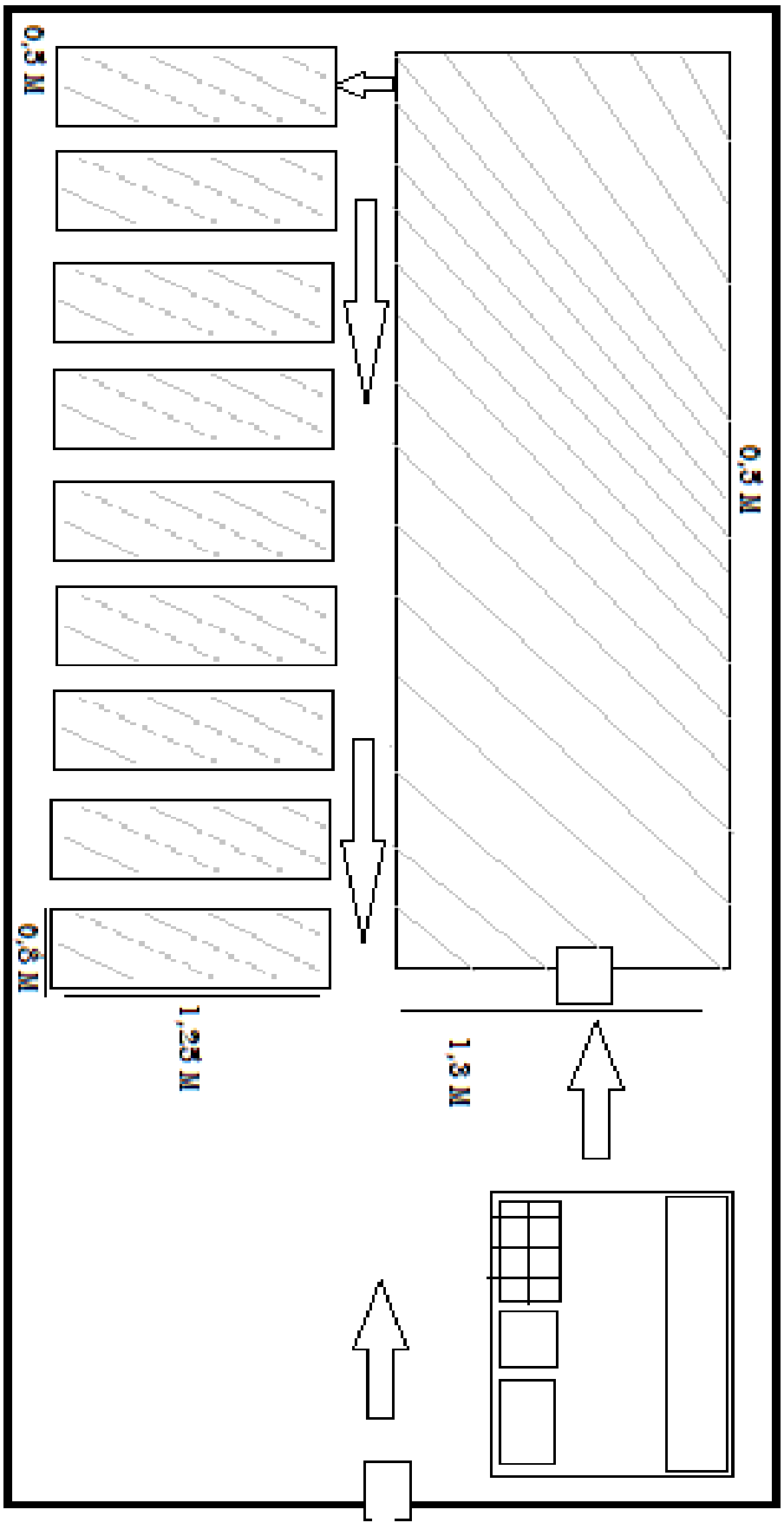
Fecha		
Encuestador		
Localidad		
Dirección		
Características climáticas		
Familia (apellidos)		
Representante		
Nº de personas		
1. Actividades predominantes		
2. ¿Existe recolección de basura en la comunidad?		
Si	No	
3. Tipo de servicio		
Municipal	Particular	No existe
4. Tipo de transporte de recolección de residuos		
Camión recolector	Camioneta	
5. Frecuencia de recolección de servicio		
Diario	Alterno	Semanal
6. ¿Existen puntos permanentes de deposición de residuos sólidos para su posterior transporte por los camiones recolectores?		
Si	No	
7. Apreciación del servicio de recolección de residuos sólidos		
Bueno	Regular	Malo
8. ¿Existen botaderos o sitios no establecidos donde las personas botan basura?		
Si	No	
9. Destino de los residuos sólidos recolectados		
Botadero	Relleno sanitario	
10. ¿Sugiere alguna recomendación para la empresa de aseo?		
11. Existe programas de separación, recuperación y reciclaje de residuos en la parroquia		
Si	No	Desconozco
12. Existe programas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la parroquia		
Si	No	Desconozco
13. Tiene conocimiento de métodos de aprovechamiento de residuos orgánicos		
Compost	Bocashi	Vermicompost
Bio	Otro	Ninguno
14. ¿Ha recibido información y capacitación sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos?		
Si	No	
15. ¿Conoce que es el compostaje?		
Si	No	
16. ¿Usted ha realizado alguna vez compostaje?		
Si	No	
17. ¿Estaría dispuesto a participar en un programa de compostaje en la comunidad?		

18. ¿Está dispuesto a participar en un programa de separación y colecta de residuos en casa?	
Si	No

Anexo 3. Matriz de ponderación de métodos de compostaje

Método / **Criterio**	Takakura	Pilas con volteo	Pilas con aireación pasiva	Pacas digestoras
Ecológico				
Eficiencia de descomposición				
Tiempo de descomposición				
Olores				
Calidad				
Educación ambiental				
Social				
Seguridad alimentaria				
Salud pública				
Económico				
Viabilidad				
Beneficio				
Total				
Valores de clasificación: (3) óptimo, (2) regular, (1) malo				

Anexo 4. Distribución del espacio de compostaje



Anexo 5. Fotografías de realización de trabajo



5.1 Socialización de trabajo.



5.2 Encuestas en campo



5.3 Materiales de muestra



5.4 Pesaje de residuos



5.5 Cuarteo de residuos



5.6 Caracterización



5.7 Toma de información



5.8 Muestra orgánica



5.9 Clasificación orgánica