

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**SEGUIMIENTO Y PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO
INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO SAN ENRIQUE
DE VELASCO.**

COMPONENTE: MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

CARLA LIZBETH NARANJO MORILLO

DIRECTOR: DRA. VERÓNICA ELIZABETH MORALES CASA

DMQ, agosto 2022

CERTIFICACIONES

Yo, Carla Lizbeth Naranjo Morillo declaro que el trabajo de integración curricular 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.



CARLA NARANJO

carla.naranjo01@epn.edu.ec

carla.naranjo.45@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Carla Lizbeth Naranjo Morillo, bajo mi supervisión.



DRA. VERÓNICA MORALES

DIRECTOR

veronica.morales@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

CARLA LIZBETH NARANJO MORILLO

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes me brindaron los recursos necesarios para alcanzar los objetivos que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A mis hermanas que con sus consejos y experiencia me han guiado en el mundo académico, haciendo que la confianza en mi crezca.

También se la dedico a aquellas personas que creyeron en mí y fueron de apoyo en mis momentos difíciles, impulsándome a ser mejor y esforzarme más por conseguir mis metas.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a mis padres quienes han inculcado buenos valores en mí, también les agradezco por su apoyo en mi continua formación académica ya que sin ellos no me encontraría donde estoy.

A mis hermanos les agradezco su presencia en cada etapa de mi vida ofreciéndome su ayuda y comprensión.

Gracias a mis seres queridos por brindarme un abrazo o una palabra de aliento en los momentos difíciles impulsándome a seguir y ser mejor.

Agradezco a los pobladores del Barrio San Enrique de Velasco por permitirme llevar a cabo este importante proyecto, ya que sin su colaboración esto no hubiera sido posible.

Y por último le agradezco a la Ingeniera Verónica Morales quien me brindo las herramientas correctas para completar este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1	Objetivo general	1
1.2	Objetivos específicos	1
1.3	Alcance	2
1.4	Marco teórico	2
1.4.1	La generación de residuos orgánicos en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).	2
1.4.2	Tratamiento de residuos orgánicos en Quito	2
1.4.3	Control y seguimiento del proceso de compostaje doméstico.....	7
1.4.4	Legislación Ambiental Nacional aplicable a la gestión de residuos orgánicos	8
2	METODOLOGÍA	11
2.1	Fichas Catastrales (Etapa de diagnóstico inicial)	11
2.1.1	Levantamiento de información para el diagnóstico inicial	11
2.1.2	Cálculo de la Producción per cápita (PPC) de residuos orgánicos en el barrio San Enrique de Velasco	12
2.2	Evaluación del proceso de compostaje y compost (Etapa de seguimiento).....	13
2.2.1	Tamaño de la muestra	13
2.2.2	Ficha de seguimiento.....	14
2.2.3	Clasificación de procesos de compostaje el barrio San Enrique de Velasco	15
2.2.4	Monitoreo del proceso de compostaje	15
2.2.5	Evaluación de calidad del compost.....	19
2.3	Elaboración del manual como propuesta de mejora.....	21
2.4	Socialización de los resultados obtenidos en la etapa de seguimiento.....	24
2.4.1	Charla para el manejo de composteras en el barrio San Enrique de Velasco.	24
2.4.2	Evaluación	24
2.5	Evaluación de posible expansión del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánico	24
2.5.1	levantamiento de información para la expansión del proyecto	24
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1	Fichas Catastrales (Etapa de diagnóstico inicial)	27
3.1.1	Análisis estadístico de la información levantada para el diagnóstico inicial.	27
3.1.2	PPC de residuos orgánicos en el Barrio San Enrique de Velasco.....	32
3.2	Evaluación del proceso de compostaje y compost (Etapa de seguimiento).....	33

3.2.1	Parámetros de monitoreo al proceso de compostaje	34
3.2.2	Parámetros para el control de compost	37
3.3	Propuesta de mejora (Manual)	39
3.3.1	Datos referenciales de tiempo de mezclado y pesos de materia orgánica y material seco	39
3.3.2	Estructura del manual	40
3.4	Socialización de los resultados obtenidos en la etapa de seguimiento.....	41
3.4.1	Charla para el manejo de composteras en el barrio San Enrique de Velasco. 41	
3.4.2	Evaluación.....	43
3.5	Evaluación de posible expansión del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánico.	45
3.5.1	Resultados de las encuestas.....	45
3.5.2	Resultados de Verificación de la información visual proporcionada por la aplicación web Google Earth.	48
3.5.3	Análisis de rutas de expansión	48
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
4.1	Conclusiones	49
4.2	Recomendaciones	50
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1
6	ANEXOS.....	6

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo general realizar un seguimiento y propuesta de mejora del aprovechamiento de residuos orgánicos en el Barrio San Enrique de Velasco. Para ello se realizó un diagnóstico previo del uso de las composteras, identificando sus principales problemas. A continuación, se desarrolló el seguimiento de 10 composteras, para esto se identificaron los 3 procesos de compostaje más comunes, la diferencia entre estos fue el tipo de material seco ya que se clasificaron en aserrín (p 1), viruta (p 2) y hojas secas + cenizas (p 3). Para obtener la información se evaluaron las siguientes variables: tamaño de partícula, relación C/N, temperatura, humedad, aireación y olor. En el caso de la calidad del compost los parámetros fueron: humedad, granulometría, contenido y estabilidad de la materia orgánica, conductividad eléctrica y pH.

Los resultados indicaron que la presencia de mosquitos y lixiviados son los principales problemas existentes en el proceso de compostaje. El método con mejores resultados fue el p 2 ya que en este se encontraron las siguientes características: I. la temperatura promedio fue de 42,5°C, II. la relación C/N (teórico) se mantuvo cada semana en 30:1, III. El 50% de las composteras que aplican el p 2 no tienen mal olor ya que mezclan 1 vez/semana por 30 min. En cuanto a la calidad del compost del p 2 fue favorable ya que el pH, la temperatura, y la conductividad se encontraban en el rango adecuado y presento un porcentaje de degradabilidad del 60% al cabo de 6 meses de compostaje.

PALABRAS CLAVE: Compostaje doméstico, residuos orgánicos, degradación aerobia, suelo y compost.

ABSTRACT

The general objective of this project is to carry out a follow-up and proposal to improve the use of organic waste in the San Enrique de Velasco neighborhood. For this, a previous diagnosis of the use of the composters was carried out, identifying its main problems. Next, the monitoring of 10 composters was developed, for this the 3 most common composting processes were identified, the difference between these was the type of dry material since they were classified as sawdust (p 1), shavings (p 2) and dry leaves + ashes (p 3). To obtain the information, the following variables were evaluated: particle size, C/N ratio, temperature, humidity, aeration and odor. In the case of compost quality, the parameters were: humidity, granulometry, content and stability of organic matter, electrical conductivity and pH.

The results indicated that the presence of mosquitoes and leachate are the main problems in the composting process. The method with the best results was p 2 since the following characteristics were found in it: I. the average temperature was 42.5°C, II. the C/N ratio (theoretical) was maintained every week at 30:1, III. 50% of the composters that apply p 2 do not have a bad smell since they mix once a week for 30 min. Regarding the quality of the compost of p 2, it was favorable since the pH, temperature, and conductivity were in the appropriate range and presented a percentage of degradability of 60% after 6 months of composting.

KEYWORDS: Domestic composting, organic waste, aerobic degradation, soil and compost.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en el año 2021 se generó 2315.409 Toneladas de residuos sólidos y se determinó que el 54.56% corresponde a residuos orgánicos (Castillo, 2012). Estos residuos al no ser separado en el origen, terminan en el relleno sanitario, provocando el colapso del mismo (Lugo, 2020). Como solución a esta problemática se genera el proyecto "Implementación del Modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Barrio San Enrique de Velasco" el cual se lleva a cabo entre la secretaria del Ambiente de Quito y la Fundación para la Innovación en Investigación Ambiental (Fundación 2iA, 2021). El modelo implementado para el tratamiento de residuos orgánicos fue a través compostaje, para el cual se entregaron 41 composteras a lo largo del Barrio San Enrique de Velasco (Fundación 2iA, 2021).

En el proyecto se pretende hacer un levantamiento de información al total de composteras entregadas, como resultado se obtendrán datos catastrales del proceso y producto (compost). A demás, se desea hacer un seguimiento más profundo al proceso de compostaje con una muestra representativa, Los resultados obtenidos serán la base de una propuesta de mejora que se presentará en forma de manual. Y para finalizar se evaluará los lugares aledaños al barrio para conocer si son aptos para formar parte de una segunda fase del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos ejecutado por la Secretaría del Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito

1.1 Objetivo general

Realizar un seguimiento y propuesta de mejora del aprovechamiento de residuos orgánicos en el Barrio San Enrique de Velasco.

1.2 Objetivos específicos

1. Obtener un diagnóstico inicial y catastro sobre el funcionamiento de las composteras mediante visitas presenciales.
2. Proponer mejoras para el manejo de las composteras, basada en datos obtenidos en el propio barrio.
3. Socializar los resultados obtenidos en forma de manual con los responsables de las composteras
4. Estudiar la zona para una extensión del proyecto en el aprovechamiento de residuos orgánicos.

1.3 Alcance

El proyecto se llevó a cabo en el DMQ, en el Barrio San Enrique de Velasco y el conjunto habitacional El Condado de San Enrique de Velasco. Se hizo un levantamiento de información con las 41 composteras que representan el total, con estos datos se obtuvo el número real de composteras en uso, lo que ayudó a determinar la cantidad de muestra a evaluar en la fase del seguimiento. Como resultado se elaboró un manual el cual se socializó con la comunidad a cargo de las composteras. Para finalizar se estudió la zona para detectar posibles participantes en la extensión del proyecto para una nueva fase de entregas de composteras proyectada por la Secretaría del Ambiente del DMQ.

1.4 Marco teórico

1.4.1 La generación de residuos orgánicos en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

Los residuos orgánicos son restos biodegradables, es decir, que de manera natural estos se pueden transformar en compuestos más simples. Entre estos se pueden encontrar restos de comida, césped cortado, vegetales, frutas y algunos otros (NTE- INEN 2841, 2014)

El DMQ en el año 2020 contaba con una población de 2 781 641 habitantes (Chacón et al., 2020), y el modelo económico que aún predomina es de carácter productivo-administrativo (Solíz et al., 2020).

Con base en los datos antes mencionado el DMQ cuenta con una producción per cápita (PPC) de residuos sólidos del 0,88 kg/Hab*día (Solíz et al., 2020). En cuanto a la caracterización de estos residuos del 54 al 66% corresponde a residuos orgánicos, los cuales por su naturaleza generan problemas (generación de lixiviados y emisiones de gases de invernadero) en el lugar de desecho (Castillo, 2012; Solíz et al., 2020).

1.4.2 Tratamiento de residuos orgánicos en Quito

Es importante acotar que los tratamientos se pueden clasificar en comunitarios o domésticos. Los primeros son aquellos que se realizan en comunidades, ocupando grandes terrenos con el fin de poder procesar la materia orgánica de toda la zona. Por otro lado, están los domésticos los cuales se caracterizan por ubicarse en los hogares, ocupando un espacio pequeño. Además, la cantidad de materia orgánica está dada por las personas que viven en el domicilio y las actividades de mantenimiento y operación las realizan los propios generadores del residuo (Jantz & Ruggerio, 2021). Estos últimos son de interés para el proyecto por ello se los detalla a continuación.

A. Moscas soldado negra

Una de las alternativas viables para el tratamiento de residuos orgánicos es la implementación de moscas soldado negra (*Hermetia illucens*). En el año 2021 se realizó un estudio en Puerto Quito, el cual consistió en la crianza de larvas de esta especie con residuos domésticos. El sustrato usado fue uno al que denominaron "mixto" el cual estaba formado por vegetales, frutas, tubérculos y carne blanca, obteniendo así un porcentaje de biodegradabilidad del 55%. Este resultado favorable se debe a que estos insectos poseen una flora micro intestinal adecuada en la digestión de materia orgánica la cual es ayudada por su función enzimática en el sistema oral (del Hierro et al., 2021). Este tipo de mosca es una fuente rica en proteínas y lípidos lo que la convierte en una opción viable para alimento de cerdos, ganado y aves de corral al terminar el proceso de descomposición (Gutierrez & López, 2021).

B. Bocashi

Se denomina abono bocashi a un tipo de fertilizante orgánico. El proceso aerobio del cual se obtiene este abono consiste en la realización de una pila de material de aproximadamente 50 cm de alto, esto directamente en el suelo ya que así la mezcla se abastece de microorganismos. La operación de este proceso es sencilla ya que se debe tener un volteo frecuente para mantener temperaturas entre 45 y 50 °C, además de esta forma la humedad disminuye. El tiempo de transformación es relativamente corto ya que varía de 12 a 24 días (Piedrahita & Caviedes, 2012).

C. Takakura

El método Takakura es un proceso aerobio en el cual se inoculan microorganismos fermentativos en las mezclas de materia orgánica. Este aumento en población microbiológica hace que el tiempo de degradación sea más corto en comparación con el compostaje tradicional. En este proceso biológico se deben monitorear parámetros como el pH, humedad, relación C/N y tamaño de partícula. Ocupan espacios reducidos ya que se los coloca en recipientes que se adaptan al entorno (Honobe, 2013).

D. Compostaje doméstico

I. Compostaje doméstico anaerobio

Este es un proceso en el cual los microorganismos que trabajan no necesitan de oxígeno del aire, por lo cual deben estar aislados del medio. El material orgánico se descompone por fermentación dando como resultado un lodo o lixiviado digerido y una mezcla de gases el cual se denomina biogás (Tapia, 2010).

II. Compostaje doméstico aerobio

Este es un proceso de degradación de materia orgánica en el que los residuos de los domicilios se transforman en compost el cual es una fuente de nutrientes para el suelo. Esta degradación se da por organismos aerobios, es decir aquellos que necesitan de oxígeno atmosférico, entre estos se encuentran bacteria, hongos e insectos (Santos & Urquiaga, 2013).

Proceso del compostaje doméstico aerobio

Las fases del proceso de compostaje se pueden separar en función de la temperatura, obteniendo así 4 fases.

Fase I: Mesofílica es aquella en la que los microorganismos que actúan en temperaturas medias predominan (Santos & Urquiaga, 2013). Estos al consumir azúcares y proteínas de forma rápida producen ácidos orgánicos bajando el pH a un rango de 5,5 a 5 (Bejarano & Delgadillo, 2007).

Fase II: Termofílica, en la que la temperatura aumenta de 40 a 70 °C. Los microorganismos que continúan con la degradación del material son los termotolerantes. El pH aumenta en un rango de 8 a 9, ya que estos agentes consumen los ácidos orgánicos y transforman el nitrógeno en amoníaco (Bejarano & Delgadillo, 2007). Las altas temperaturas crean una condición ambiental la cual desinfecta la mezcla, ya que mueren patógenos y hongos (Santos & Urquiaga, 2013).

Fase III: Mesofílica 2 en esta se evidencia una disminución de la temperatura, colocando a los microorganismos mesofílicos como agentes principales los cuales degradan la materia faltante y neutralizan el pH (Bejarano & Delgadillo, 2007).

Fase IV: Maduración, es la fase en la que el compost, que ya es el producto final, alcanza una temperatura similar a la del medio ambiente (Gallardo, 2013).

Parámetros que condicionan el proceso de compostaje doméstico aerobio

Al ser un proceso biológico este necesita de condiciones ambientales adecuadas para que los microorganismos puedan realizar su metabolismo (Santos & Urquiaga, 2013). Los factores que alteran estas condiciones están relacionadas a la naturaleza del sustrato y parámetros físico-químicos del medio (Moreno & Moral, 2008). A continuación, se expresan los más importantes.

- **Tamaño de partícula:** este factor influye en el flujo de oxígeno y de dióxido de carbono, ya que si el material es muy grande o muy pequeño no habrá distancia entre partículas

obstruyendo el paso de estos gases (Bejarano & Delgadillo, 2007; Moreno & Moral, 2008). El tamaño de partícula adecuado se encuentra entre 1 y 5 cm (Moreno & Moral, 2008).

- **Relación C/N:** Al ser un parámetro importante se lo debe tener en cuenta al armar la mezcla inicial. La relación óptima para el compostaje es de 25:1 a 35:1 ya que se estima los microorganismos consumen 30 partes de carbono por una de nitrógeno (Barrena, 2006; Moreno & Moral, 2008). En el compostaje el material seco como las hojas secas, el aserrín o la viruta son la principal fuente de carbono y los restos de frutas y vegetales son fuentes de nitrógeno (Román et al., 2013). Las relaciones altas implican más tiempo para el proceso, mientras que las relaciones bajas generan pérdida de nitrógeno (Barrena, 2006).
- **Temperatura:** Este es un factor considerado indicador del proceso, ya que al medir la temperatura en cada fase se sabe si se desarrolla correctamente o no. La temperatura máxima que se aspira es de 55°C, ya que esta permite la desinfección y el funcionamiento de grandes masas de microorganismos (Barrena, 2006).
- **Humedad:** La cantidad de agua en el proceso es importante en aspectos como la dispersión microbiana en todo el volumen de material, por lo tanto, la concentración óptima de ésta se encuentra entre 40 y 60% (Barrena, 2006; Olives & Alvaro, 2013). Concentraciones altas generan putrefacción y concentraciones bajas hacen lento el proceso o ya no existe actividad biológica (Barrena, 2006).
- **pH:** Al igual que la temperatura se lo considera un indicador del proceso ya que a medida que avanza, éste siempre buscará la neutralidad (Barrena, 2006). Es un parámetro que no se puede controlar de forma directa ya que su alteración se da por la emisión de gases y amoníaco en el proceso (Barrena, 2006), su rango óptimo está entre 5,5 y 9 (Olives & Alvaro, 2013).
- **Aireación:** Este factor está relacionado a algunos componentes como la cantidad de oxígeno adecuada para el desarrollo metabólico, además esta permite el control de temperatura ya que al mezclar se da la salida de aire caliente y el ingreso de aire frío (Moreno & Moral, 2008).
- **Olor:** En el compostaje existe la presencia de dos tipos de olores, el olor a tierra húmeda indica un buen proceso, sin embargo, si el olor es a podrido las reacciones en la compostera presentan problemas con la falta de aire o el exceso de agua (Mendoza, 2010).

Compost (Producto Final)

Es un tipo de abono, el cual es rico en humus; es un componente esencial en la fertilidad de los suelos (Docampo, 2013). Este es el resultado final del proceso de compostaje el cual debe ser suelto como la tierra y tener un color Marrón oscuro (Soliva & López, 2004). El compost representa un 50% en peso del total de residuos orgánicos ingresados en el compostador (Bejarano & Delgadillo, 2007; J. P. Silva et al., 2000).

Calidad del compost

Las características del compost están dadas por los residuos orgánicos empleados en su elaboración. La rigurosidad en la calidad de este depende del uso que se le desea dar, sin embargo, en el compostaje doméstico sus colores característicos son el negro o el marrón oscuro (J. P. Silva et al., 2000) y los parámetros básicos para determinar su calidad se mencionan a continuación.

- **Humedad:** Este factor debe encontrarse entre 30 y 40%, ya que se debe perder masa de agua por el metabolismo de los microorganismos (Hoyos et al., 2010).
- **Granulometría:** este parámetro se relaciona con el aspecto y el posible uso que se le dará al compost. Si este llega a ser muy fino presenta demasiado polvo y puede esconder impurezas (J. P. Silva et al., 2000), sin embargo, si estas partículas superan el diámetro de 1cm se considera material aún en proceso de descomposición y se los coloca en la compostera. (Sztern & Pravia, 1999).
- **Contenido y estabilidad de la materia orgánica:** Es importante conocer la cantidad de materia orgánica que se transformó en sustrato al final del proceso. Ya que esto nos permite conocer el porcentaje de materia fácil de degradar (Soliva & López, 2004).
- **Conductividad eléctrica:** Su concentración es directamente proporcional a la cantidad de sales solubles existentes en el compost. El rango habitual es de 500 a 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Si las concentraciones son superiores a 4000 este sustrato puede matar a las plantas por exceso de nutrientes, pero si las concentraciones son menores a 500 ese compost no cumple con el papel de acondicionador del suelo (Pati, 2021).
- **pH:** A medida que el compost avanza en su maduración el pH tiende a neutralizarse encontrándose en un rango de 6,5 a 8,5 (Pati, 2021).

Estos últimos dos se examinan con el fin de determinar la inocuidad del compost.

- Presencia de semillas de malas hierbas: es una prueba de germinación bajo diferentes condiciones de humedad, iluminación y temperatura (Soliva & López, 2004).
- Patógenos: Este es un parámetro de interés en composteras en las cuales se usan fecas de animales como material seco. Se recomienda realizar un análisis de indicadores como *Salmonella* y el *Escherichia coli* (Soliva & López, 2004).

Aplicaciones del compost

Este es usado comúnmente en la reparación y acondicionamiento del suelo. Dentro de los beneficios que este presta se encuentran la neutralización del pH, la desinfección del suelo ya que por las altas temperaturas los microorganismos patógenos y semillas de mala hierba mueren. Además, brinda la capacidad de biodegradar restos de plaguicidas. El aporte de ácidos húmicos nutre al suelo y este termina teniendo un manejo del agua más sostenible (Soto & Muñoz, 2002).

1.4.3 Control y seguimiento del proceso de compostaje doméstico

En la implementación de proyectos es importante tener un periodo de seguimiento o monitoreo. En este caso se cuenta con un proceso biológico el cual es sensible a los cambios, ocasionando en el peor de los casos la inactividad de los microorganismos (Guillén, 2012).

En los procesos biológicos tenemos 4 fases importantes en el ciclo de vida de los microorganismos las cuales son latencia, fase exponencial, estacional y por último su muerte. Las más importantes a considerar en el compostaje doméstico son la fase de latencia y la fase exponencial, ya que en la primera los microorganismos se adaptan al medio y en la segunda se da el consumo de materia orgánica y el aumento de población microbiana (Guillén, 2012). Como se mencionó, el compostaje en un proceso de etapas las cuales se diferencian por la temperatura y el pH. Si no se tiene un monitoreo adecuado, en este caso la caracterización de los parámetros que condicionan la degradación, se pueden generar problemas como por ejemplo procesos más lentos, putrefacción (malos olores), presencia de mosca de fruta, entre otros (Barrena, 2006; Moreno & Moral, 2008; Olives & Alvaro, 2013).

Otro punto importante para realizar el seguimiento del proceso es el mejoramiento del mismo. Al realizar una evaluación continua en el proceso, se obtienen detalles específicos de su funcionamiento. Estos datos permiten identificar técnicas adecuadas para el compostaje, las cuales se pueden transmitir al resto de participantes. De esta forma

aumenta la probabilidad de obtener un compost en excelentes condiciones (Carrasco, 2011).

La revisión constante del procedimiento y la identificación de nuevas tecnologías permite que el proyecto de gestión de residuos orgánicos evolucione (Carrasco, 2011).

1.4.4 Legislación Ambiental Nacional aplicable a la gestión de residuos orgánicos

Constitución de la República del Ecuador

La constitución de la República del Ecuador publicada el 20 de octubre del 2008, mediante registro oficial 449.

“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*. 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.”

“Art. 71.- La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

“Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.”

“Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.”

"Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías." (CONSTITUCION POLITICA DEL ECUADOR & 2008, 2008).

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente publicado el 31 de marzo del 2003, mediante registro oficial edición especial 2.

En el Libro VI, Anexo 6, Normas De Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Sólidos No Peligrosos.

4.1.1. Señala que la responsabilidad del manejo de desechos sólidos recae en los municipios de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud. Las municipalidades pueden otorgar esta actividad a otras entidades (*TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE*, 2003).

Código Orgánico del Ambiente

Código Orgánico del Ambiente publicado el 12 de abril del 2017, mediante registro oficial suplemento 983.

Art. 27. Establece que una de las facultades de los gobiernos autónomos descentralizados es la de establecer normas y procedimientos para la gestión de residuos sólidos (*CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*, 2017).

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente publicado el 12 de junio del 2019, mediante registro oficial suplemento 507.

Art. 593. Establece que los residuos orgánicos que generen los cantones, incluidos aquellos que se originan en espacios públicos deben ser aprovechados. El Plan de Gestión Municipal de residuos sólidos no peligrosos debe tener este componente bien desarrollado con las técnicas adecuadas a implementarse (*REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*, 2019).

Ordenanza Metropolitana No. 0332 del DMQ

Ordenanza Metropolitana No. 0332 del DMQ publicado el 12 de agosto del 2010.

Art. 55. Establece que el municipio implementará programas de separación de residuos orgánicos al igual que permitir que gestores calificados ejerzan un tratamiento sobre estos.

El producto obtenido se busca sea usado en jardines, parques, áreas verdes y en zonas de regeneración (OM 332, 2010).

2 METODOLOGÍA

2.1 Fichas Catastrales (Etapa de diagnóstico inicial)

El fin de esta actividad fue conocer el número real de composteras en uso, las cuales pertenecen al proyecto "Implementación del Modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Barrio San Enrique de Velasco". También se buscó identificar los procesos de compostaje aplicados y los problemas más frecuentes.

2.1.1 Levantamiento de información para el diagnóstico inicial

A. Encuesta

Se elaboró el formato de una encuesta (ver anexo II). En esta se incorporaron datos personales del responsable de la compostera y parámetros que permitieron tener una vista general de lo que sucede en el proceso de compostaje (ver tabla 1) y la calidad de su compost (ver tabla 2). Es importante mencionar que las variables enlistadas corresponden a características cualitativas del proceso de compostaje y compost, para lo cual se necesitó la experiencia del responsable de la compostera.

Tabla 1. Parámetros generales para identificar procesos de compostaje

Parámetros	
1	Aireación
2	Olor
3	Lixiviados
4	Presencia de vectores
5	Tipo de materia orgánica
6	Tamaño de partícula
7	Tipo de material seco
8	Contenido de agua

Tabla 2. Parámetros generales para identificar la calidad de compost

Parámetros	
1	Color
2	Textura
3	Presencia de material grueso

Para su implementación se contactó con los usuarios de las composteras mediante llamadas telefónicas tomando la información de un registro entregado por la Fundación 2iA que fue la institución que ejecutó el proyecto.

B. Ensayos *in situ*

En esta técnica se tomó el dato cuantitativo del peso de materia orgánica con ayuda de instrumentos de medición, con el fin de obtener información verídica.

Pesaje de materia orgánica

Para obtener estos datos se optó por un pesaje convencional. El instrumento utilizado fue una balanza de gancho cuyo rango de medida es de 0 a 100Kg. Esta se calibró con una pesa de 1Kg (ver anexo III).

El proceso consistió en colocar la materia orgánica en un bolso, luego se instaló el gancho en las orejas del bolso y se elevó la balanza. Para el registro de medidas se tomaron los valores en Kg. El peso del costal es despreciable para la balanza.

2.1.2 Cálculo de la Producción per cápita (PPC) de residuos orgánicos en el barrio San Enrique de Velasco

Una vez obtenido el peso de la materia orgánica, el número de días en los que se recolectó ese peso y el total de integrantes de la familia; se procedió con el cálculo del PPC de residuos orgánicos. Para la obtención este dato se optó por el uso del siguiente proceso (Lizzano, 2019):

- a. Se calculó el PPC de cada familia

$$PPC_n = \frac{W_{MO}}{Hab * Día}$$

Ecuación 1. Producción per cápita

Donde:

W_{MO}: peso de la materia orgánica en Kg

Hab: Número de personas en la familia

Día: Número de días en los que se recolecto el material (este número varía de acuerdo al hogar y se lo puede observar en la tabla 10)

Ejemplo de cálculo

Datos de la compostera F - 001

W_{MO}: 1,5 Kg

Hab: 3

Día: 3

$$PPC_1 = \frac{1,5kg}{3hab * 3días}$$

$$PPC_1 = 0,17 \frac{kg}{hab * día}$$

b. Se calculó el promedio del conjunto de PPC

$$PPC = \frac{PPC_1 + PPC_2 + \dots + PPC_n}{n}$$

Ecuación 2. Promedio PPC

Donde:

n: número de familias estudiadas.

2.2 Evaluación del proceso de compostaje y compost (Etapa de seguimiento)

El tiempo destinado para la etapa de seguimiento fue de tres semanas, agendando una visita por semana a cada compostera.

2.2.1 Tamaño de la muestra

Para la fase de seguimiento fue importante establecer una muestra representativa de las composteras en uso. Para ello se tomó el cálculo estadístico de la muestra con la siguiente ecuación (Aguilar, 2005):

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Ecuación 3. Muestra representativa

Donde:

P: proporción aproximada del fenómeno en estudio en estudio en la población de referencia, si el dato no se conoce se adopta un factor de 0,50 (Aguilar, 2005).

q: proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p).

Z: nivel de confianza, se adopta el valor de 90% correspondiente a 1,645 (Aguilar, 2005).

d: nivel de precisión absoluta, se toma el valor de 0,1 (Aguilar, 2005).

N: tamaño de la población.

Cálculos

Datos específicos para encontrar la muestra representativa de composteras en uso

P: 0,50 (Aguilar, 2005).

q: (1-p).

Z: 1.645 (Aguilar, 2005).

d: 0,1 (Aguilar, 2005).

N: 18

$$n = \frac{18 * 1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2(18 - 1) + 1,645^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 14,38 \approx 14 \text{ composteras en uso}$$

2.2.2 Ficha de seguimiento

Para el monitoreo se elaboró el formato de una ficha de seguimiento (ver anexo IV). En esta se incorporaron datos personales y parámetros que permitieron evaluar el proceso de compostaje (ver tabla 3) y el compost resultante (ver tablas 4 y 5).

En el caso de la evaluación del proceso de compostaje todos los parámetros se midieron *in situ*, sin embargo, para determinar la calidad del compost se analizaron *parámetros in situ* y en laboratorio, esto con el fin de obtener datos cuantitativos de cualidades químicas y físicas importantes en su calidad (ver Tablas 4 y 5).

Tabla 3. Parámetros de monitoreo en el proceso de compostaje

Parámetros
Temperatura de la compostera
Temperatura ambiente
Olor
Presencia de vectores
Tipo de materia orgánica

Tabla 4. Parámetros *in situ* de calidad del compost

Parámetros
Temperatura
Color
Humedad
Porcentaje de degradabilidad

Tabla 5. Parámetros analizados en laboratorio de calidad del compost

Parámetros
pH
Humedad
Conductividad

Peso de materia orgánica
Tamaño de partícula
Tipo de material seco
Peso de material seco
Humedad

2.2.3 Clasificación de procesos de compostaje el barrio San Enrique de Velasco

A través de la información obtenida en el diagnóstico inicial se determinaron 3 tipos de procesos comunes en las composteras del barrio San Enrique de Velasco, Estos procesos se detallan en el punto 3.2. En el proceso 1 se evaluaron 6 composteras siendo este el proceso más aplicado, por otro lado, los procesos 2 y 3 únicamente cuentan con 2 composteras cada uno.

2.2.4 Monitoreo del proceso de compostaje

A. Determinación de la temperatura de la compostera

Para obtener el dato de la temperatura se utilizó un geotermómetro el cual fue entregado por la Fundación 2iA a cada compostera. Este instrumento tiene un rango de medida de 10 a 288 °C (ver anexo V.a).

Se identificó el punto central de la mezcla dentro de la compostera para obtener la temperatura (Fallas, 2016).

Con estas medidas se realizó un cálculo de la temperatura promedio de cada proceso de estudio mediante la siguiente fórmula (Salazar, 2018):

$$T = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n}$$

Ecuación 4. Promedio de temperatura

Donde:

T: Temperatura promedio en °C

T1, T2 y T3: Medidas tomadas en campo en °C

N: Número de composteras que realizan el mismo proceso.

B. Temperatura ambiente

Se realizó una búsqueda bibliográfica en datos proporcionados por el INAMHI, con el fin de conocer la temperatura ambiente diaria en la ciudad de Quito, lugar en el que se encuentra el Barrio San Enrique de Velasco. Con esta información se realizó el cálculo de la temperatura ambiente promedio empleando la ecuación 4 detallada en el punto 2.2.4, sección I.

C. Test de la vara de madera (Olor)

Para la determinación cualitativa del olor se tomó al test de la vara de madera como el método a ejecutar. Este proceso se realizó con ayuda de un palo de madera completamente limpio, el cual se sumergió en la mezcla del compostaje y se dejó reposar por un tiempo de 10 a 15 min (Hoyos et al., 2010). Para la identificación de los tipos de olor se tomaron en cuenta 2 categorías las cuales menciona el Germán Tortosa (2018), el primero es olor a podrido y el segundo es un olor a tierra húmeda (ver anexo V.b).

D. Identificación de vectores

El método aplicado fue el de observación, aquí se abrió la compostera y se observó que animales se encontraban en la mezcla. Tortosa (2022) menciona que las moscas y mosquitos son los más comunes en el compostaje y expresa tomar en cuenta los insectos que representan plagas en la zona. En este caso en el barrio se han definido a los ratones, cucarachas y hormigas como vectores plagas de la zona. (ver anexo V.c).

E. Identificación de materia orgánica

El método aplicado también fue la observación, se tomó el recipiente donde almacenaban los residuos orgánicos, se vació el material en el piso y con la mano se extendió para así poder tener una vista clara de todo el material y saber exactamente que contenían estos residuos (ver anexo V.d) (Mena Álvarez, 2014).

F. Peso de materia orgánica y material seco

El método aplicado fue el mismo que se mencionó en punto 2.1.1, literal b. (ver anexo V.e)

G. Tipo de material seco

Se aplicó el método de la observación, teniendo en cuenta las características específicas de cada tipo de material (ver tabla 6).

Tabla 6. Características del material seco

Material seco	Características	Imagen de referencia
Aserrín	<ul style="list-style-type: none"> • Material fino • Color beige 	
Viruta	<ul style="list-style-type: none"> • Material delgado, pero más grande que el aserrín • Color beige 	
Hojas secas	<ul style="list-style-type: none"> • Color marrón • Delgado • Tienden a quebrarse fácilmente 	

H. Humedad

El método que se implementó fue la técnica del puño. Se tomó un puñado de la mezcla con 7 días de reposo en la compostera, luego se la apretó con el puño por 30 segundos, al terminar este tiempo se extendió la mano (Román et al., 2013). Para su determinación se tomaron los siguientes criterios:

Tabla 7. Criterios de humedad

Técnica del puño	Humedad	Imagen de referencia
------------------	---------	----------------------

La mezcla se cuartea al extender la mano.	Baja	
La mezcla se compacta y mantiene esa forma al extender la mano	Correcta	
La mezcla escurre agua cuando se la aprieta	Alta	

I. Relación C:N

Para obtener estos datos que es la cantidad de nutrientes existente en la mezcla, se optó por el uso de una expresión matemática (INIAP, 2011):

$$C:N = \left(\frac{W_{MO}}{W_{MO} + W_{MS}} * C:N_{MO} \right) + \left(\frac{W_{MS}}{W_{MO} + W_{MS}} * C:N_{MS} \right)$$

Ecuación 5. Relación C:N

Donde:

C:N: relación carbono-nitrógeno en la mezcla de material seco y materia orgánica.

W_{MO}: peso de la materia orgánica a colocar en la compostera en kg

W_{MS}: peso de material seco a colocar en la compostera en kg

C:N_{MO}: relación carbono-nitrógeno de la materia orgánica. Este dato se obtiene de tablas (INIAP, 2011), para este análisis se tomó la categoría restos de cocina cuya relación es de 21:4:1.

C:N_{MS}: relación carbono-nitrógeno del material seco. Este dato se obtiene de tablas (INIAP, 2011), para este análisis se tomó 3 categorías: viruta (125:1), aserrín (400:1) y hojas secas (47:1).

Ejemplo de cálculo

Datos

W_{MO} : 3 kg

W_{MS} : 0,4 kg

$C:N_{MO}$: restos de frutas y verduras 21,4:1 (INIAP, 2011)

$C:N_{MS}$: viruta 125:1, (INIAP, 2011)

$$C:N = \left(\frac{3}{3 + 0,4} \cdot 21,4 \right) + \left(\frac{0,4}{3 + 0,4} \cdot 125 \right)$$

$$C:N = 34$$

2.2.5 Evaluación de calidad del compost

Este análisis se realizó a compost de uno y seis meses de edad, es decir que hayan cumplido con la etapa de estabilización, la cual consta de 15 días de reposo fuera de la compostera.

A. Ensayos *in situ*

I. Temperatura

La metodología aplicada fue la descrita en el punto 2.2.4, sección I (ver anexo VI.a).

II. Porcentaje de descomposición

Para la obtención de este dato se utilizó un tamiz de 1.5cm de abertura (ver anexo VI.b) y la balanza descrita en la sección 2.1.1, literal b.

Se tamizaron 2kg de compost, el material no retenido se acumuló en un recipiente para su posterior traslado al costal de pesaje, luego el material que pasó por el tamiz se colocó en la balanza y se registró su peso (ver anexo VI.c). El material grueso se analizó de forma visual para identificar la materia orgánica que aún no se descomponía (Hoyos et al., 2010).

Para el cálculo del porcentaje se utilizó la siguiente ecuación (Hoyos et al., 2010):

$$\% \text{ Descomposición} = \frac{\text{Peso del material que paso por el tamiz}}{\text{Peso de la muestra sin tamizar}} \cdot 100$$

Ecuación 6. Porcentaje de descomposición

III. Color

Para la determinación del color se implementó la técnica de comparación, donde se utilizaron imágenes de referencia de los colores estandarizados (ver imágenes 1, 2 y 3) y se observó cuál era su semejante. Se tomó el compost ya tamizado para así evitar la interferencia de material extraño, es decir materia orgánica sin degradar o pequeños objetos de plástico.



Imagen 1. Compost
marrón claro



Imagen 2. Compost
marrón oscuro



Imagen 3. Compost negro

IV. Humedad

Se realizó la misma técnica antes mencionada en el punto 2.2.4, sección VIII. La variación que se realizó fue en los criterios para determinar la humedad correcta.

- Si la mezcla tomada se agrieta o cuartea es porque la humedad está en el rango deseado.
- Si la mezcla se compacta y/o escurre es porque la humedad es alta.

B. Ensayos en laboratorio

I. Porcentaje de humedad por gravimetría

El método aplicado consistió en un proceso de 3 días. En el primero se etiquetaron y se tararon 9 crisoles con el fin de analizar 3 muestras y para cada muestra realizar 3 repeticiones. En el segundo día se pesaron en una balanza analítica los crisoles vacíos, con esto se obtuvo la masa del crisol. Luego, se taró la balanza y se colocó 10 g de muestra en cada crisol, siendo esta la masa de la muestra sin secar. Posterior a esto se los llevó a una estufa a 105 °C por 24 h para evaporación del agua (ver anexo VI.d). En el tercer día se pesaron de igual forma en la balanza analítica los crisoles con el material ya seco y se registraron los datos (masa de muestra seca). Para el cálculo del porcentaje de humedad se aplicó la siguiente fórmula (Martínez et al., 2021):

$$H(\%) = \frac{(A - B) * 100}{(A - C)}$$

Ecuación 7. Porcentaje de humedad

Donde:

A: masa del crisol + masa de la muestra sin secar (g)

B: masa del crisol + masa de muestra seca (g)

C: masa del crisol (g)

Ejemplo de cálculo

Datos

A: 49,6866 g

B: 46,3431 g

C: 39,6752 g

$$H(\%) = \frac{(49,6866 - 46,3431) * 100}{(49,6866 - 39,6752)}$$

$$H(\%) = 33$$

II. Potencial de hidrógeno (pH)

Para la medición del pH se tomó la metodología de la dilución en la que se optó por la relación 1:4, es decir por cada gramo de compost se colocaron 4 mililitros de agua destilada. El proceso consistió en pesar 10 g de cada muestra seca de compost en la balanza analítica para colocarlos en vasos de precipitación, luego con una probeta se midió el volumen de 40ml de agua destilada y se colocó este volumen en cada vaso (ver anexo VI.e). La mezcla de las muestras se realizó de forma manual con agitadores de vidrio por un tiempo de 15 min. Para la medición se calibró el pH-metro con soluciones buffer con un rango de pH entre de 4, 7 y 10, luego se introdujo el electrodo en el agua que suspende de la muestra y se registró el valor obtenido. Para el cambio de muestra se lavó el electrodo con abundante agua destilada (Martínez et al., 2021).

III. Conductividad eléctrica en suspensión

Para la medida de conductividad eléctrica se tomó el mismo extracto en suspensión obtenida en el proceso para medir pH y se realizó el mismo proceso con el electrodo. Los datos obtenidos se registrados con unidades de $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Martínez et al., 2021).

2.3 Elaboración del manual como propuesta de mejora

Para esta etapa se realizó un manual de mejora para el proceso de compostaje, en este se incorporó principalmente los datos relevantes obtenidos en la etapa de seguimiento y

se determinó el cálculo de tiempo de mezclado y pesos de materia orgánica y material seco sugeridos.

A. Tiempo de mezclado

El tiempo adecuado para el mezclado de la compostera es importante ya que este nos permite ingresar aire y mantener la respiración aerobia en el proceso. Este tiempo se determinó de acuerdo a las composteras que no presentaban malos olores, se registró el tiempo que le dedicaban y con ayuda de la siguiente fórmula se lo obtuvo.

$$t = \frac{t_r * W_{MO}}{W_{Mor}}$$

Ecuación 8. Tiempo de mezclado

Donde:

t: tiempo de mezclado calculado (min)

t_r: tiempo de mezclado registrado en campo (min)

W_{MO}: peso de materia orgánica en la compostera que se desea mezclar (Kg)

W_{Mor}: peso de materia orgánica registrada en campo (Kg)

Ejemplo de cálculo

Datos:

t_r: 30 min

W_{MO}: 1 kg

W_{Mor}: 6 kg

$$t = \frac{30 \text{ min} * 1 \text{ kg}}{6 \text{ kg}}$$

$$t = 5 \text{ min}$$

B. Pesos ideales de materia orgánica y material seco

Se incorporaron tablas con pesos de material seco y residuos orgánicos referenciales para obtener la relación C:N adecuada, la cual debe estar entre 25:1 a 35:1 (Moreno & Moral, 2008).

Para este cálculo se tomó la fórmula mencionada en el punto 2.2.4, sección I. Las variaciones realizadas fueron las siguientes:

- La relación C:N tomada fue de 30:1 ya que es el valor promedio del rango ideal
- El peso de la materia orgánica se determinó mediante la siguiente ecuación

$$W_{MO} = PPC * t * n$$

Ecuación 9. Peso de materia orgánica

Donde:

PPC: producción per cápita de residuos orgánicos (San Enrique de Velasco: 0,13 Kg/Hab* día)

t: Tiempo de acumulación en días (se asumió 7días)

n: número de habitantes en la familia. (se tomaron los valores mínimos, promedios y máximos de personas que usan las composteras ya sean familiares o interfamiliares).

Familiares: 3, 6 y 8 habitantes (Fundación 2iA, 2021)

Interfamiliares: 9,12 y 17 habitantes (Fundación 2iA, 2021)

Ejemplo de cálculo

Datos

PPC: 0,13 kg/hab*día

t: 7 días

n: 3 habitantes

$$W_{MO} = 0,13 \frac{kg}{hab * día} * 7 días * 3 hab$$

$$W_{MO} = 2,73 kg$$

A continuación, se muestra el cálculo realizado con la ecuación 5 para la obtención del peso teórico de material seco a agregar en la compostera.

Datos

W_{MO}: 2,73 kg

W_{MS}: variable a encontrar

C:N_{MO}: restos de frutas y verduras 21,4:1 (INIAP, 2011)

C:N_{MS}: viruta 125:1, (INIAP, 2011)

$$30 = \left(\frac{2,73}{2,73 + W_{MS}} * 21,4 \right) + \left(\frac{W_{MS}}{2,73 + W_{MS}} * 125 \right)$$

$$W_{MS} = 0,247kg$$

2.4 Socialización de los resultados obtenidos en la etapa de seguimiento.

2.4.1 Charla para el manejo de composteras en el barrio San Enrique de Velasco.

Para esta etapa se tomaron las actividades de mejora plasmadas en el manual como material de interés. Esta información se transmitió a los responsables de las composteras a través de una charla, esta se programó con 2 horas de duración y se realizó el día sábado 6 de agosto del 2022 de 9 a 11 am. El lugar donde se la impartió fue en la casa comunal del programa habitacional del magisterio. Para su difusión se elaboró un afiche (ver anexo VII.a),

2.4.2 Evaluación

Para evaluar la eficiencia de la charla se optó por la técnica del cuestionario. Para su elaboración se consideró como tema central el uso adecuado de las composteras, formando 4 preguntas de opción múltiple (ver anexo VII.b). El cuestionario se elaboró en una plataforma digital y se envió a los asistentes por medio del correo electrónico.

2.5 Evaluación de posible expansión del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánico

2.5.1 levantamiento de información para la expansión del proyecto

A. Elaboración de encuestas

Esta fase se realizó con el objetivo de identificar el interés de los pobladores del barrio San Enrique de Velasco en participar en un programa de entrega de composteras e implementación de elaboración de compost en sus hogares, como una segunda fase del que actualmente está en funcionamiento. Para esto, se optó por el uso de encuestas (ver anexo VIII) las cuales se estructuraron en base a 3 puntos claves:

- 1 Información básica del encuestado: en esta sección se pidió datos generales como el género con el que se identifica, su edad, lugar en el que viven y número de personas que hay en su familia.
- 2 Información de separación de residuos sólidos en la fuente: las preguntas que se estipularon fueron de carácter personal para tratar de identificar si realizan procesos de separación de residuos sólidos en su hogar, con el objetivo de ver la viabilidad de la utilización de residuos orgánicos en el compostaje.
- 3 Información relacionada al compostaje: en esta sección se incorporaron preguntas para determinar su conocimiento en compostaje y su interés de practicarlo en casa.

B. Tamaño de la muestra

El número de personas a ser entrevistadas se determinó mediante la ecuación detallada en el punto 2.2, sección 2.2.1. Se han adoptado todos los valores antes mencionados excepto la población total la cual es de 5373 Hab (Fundación 2iA, 2021).

Cálculo

Datos específicos para encontrar la muestra representativa de personas para encuestar

P: 0,50 (Aguilar, 2005).

q: (1-p).

Z: 1,645 (Aguilar, 2005).

d: 0,1 (Aguilar, 2005).

N: 5373

$$n = \frac{5373 * 1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2(5373 - 1) + 1,645^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 66,8 \approx 67 \text{ personas a encuestar}$$

C. Trazado de rutas

La disposición de las rutas se realizó tomando en cuenta 3 criterios:

1. Los lugares de interés que están alejados de la zona central del barrio.
2. La evidencia visualmente que se encuentran rodeadas de espacios verdes
3. Las distancias de las rutas están en un rango de 180 a 200 metros.

Mediante el uso de una aplicación se realizó este trazado, obteniendo así 6 rutas (ver anexo IX).

Para la ejecución de las entrevistas se preparó a un grupo de 12 personas, las cuales se dividieron en 6 subgrupos (2 personas/grupo) para que recorran una ruta específica.

D. Verificación de la información visual proporcionada por la aplicación web Google Earth.

Para la verificación de espacios verdes en las rutas, se estructuró un informe visual el cual consistió en colocar símbolos estandarizados de cartografía (Gobierno de España, 2017) en mapas a escala de las rutas correspondientes.

La implementación se llevó a cabo en conjunto con las entrevistas, por lo tanto, se manejó el mismo método del grupo de 2 personas para cada ruta. Estos fueron observando las zonas y anotando si existieron cambios relevantes para el proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos como la existencia de botaderos informales en terrenos baldíos o la construcción de casas o cualquier estructura en zonas verdes.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante mencionar que a lo largo de los resultados se hablará del barrio San Enrique de Velasco a la unión del programa habitacional el Condado de San Enrique de Velasco y las zonas central y superior en las que se encuentran los responsables de las composteras.

3.1 Fichas Catastrales (Etapa de diagnóstico inicial)

3.1.1 Análisis estadístico de la información levantada para el diagnóstico inicial

En el proyecto implementado por la Fundación 2iA en octubre del 2020 se entregaron un total de 41 composteras; 30 composteras familiares y 11 composteras interfamiliares. De las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 8. Distribución de composteras familiares e interfamiliares en el Barrio San Enrique de Velasco.

COMPOSTERAS	Barrio San Enrique de Velasco	*Conjunto Habitacional del Magisterio
Familiares	8	3
Interfamiliares	19	11

*El Conjunto Habitacional de Magisterio es un plan de vivienda privada que pertenece al Barrio, está inmerso en el área del Barrio.

No se obtuvo la información de todas las 41 composteras ya que existieron complicaciones, tanto para contactarlos como para agendar una cita. El número de composteras contactadas fue de 25 (ver anexo X).

A. Estado de actividad de las composteras



Figura 1. Estado de actividad de las composteras

Como se observa en la figura 1 un número de 18 composteras se encuentran en uso, de las cuales 12 son familiares y 6 interfamiliares. Las 7 composteras restantes no se usan y la razón más común detectada es la inadecuada aplicación del proceso.

B. Diagnóstico del proceso de compostaje y compost

En función de lo anterior, el levantamiento de información de la forma que están utilizando las composteras se realizó con las 18 en uso.

I. Componentes del proceso de compostaje

Residuos orgánicos

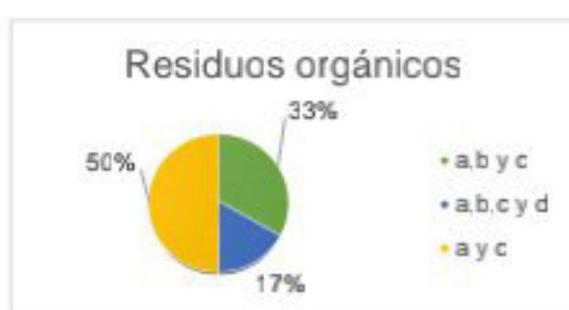


Figura 2. Tipos de residuos orgánicos

Tabla 9. Tipos de residuos orgánicos

a	Restos de frutas y vegetales
b	Comida cocinada
c	Cáscaras de huevo y de papas
d	Huesos

De acuerdo con los datos obtenidos en las encuestas se determinó que el 50% de los 18 usuarios de las composteras introducen como materia orgánica restos de frutas, vegetales, cáscaras de huevos y de papas los cuales son considerados residuos domiciliarios ideales para la elaboración del compost (López, 2010). Por otro lado, el uso de comida cocinada y huesos no se recomienda ya que en el primero se observa una textura suave la cual dificulta la aireación (Moreno & Moral, 2008) y en los huesos una textura dura que no se degrada a los 6 meses, tiempo recomendado para compost (Soliva & López, 2004).

Material de cobertura

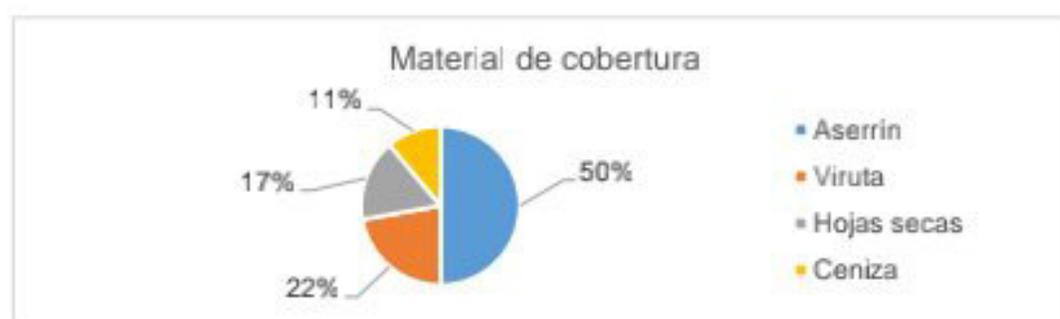


Figura 3. Tipos de material de cobertura

La figura 3 muestra que el 72% de los 18 responsables de las composteras usan materiales derivados de la madera como aserrín y viruta, los cuales tienen un tiempo de degradabilidad largo por su alta concentración de carbono (Cuadrado, 2020). El 11% opta por la ceniza que en altas concentraciones modifica el pH de la mezcla haciéndolo alcalino (Fundación ambiente y medio, 2022). Y el 17% usa hojas secas las cuales se encuentran entre los materiales secos más recomendados por su fácil degradación y adquisición (Amigos de la Tierra, 2019; Fundación ambiente y medio, 2022; Román et al., 2013).

II. Variables del proceso

Tamaño de los residuos orgánicos

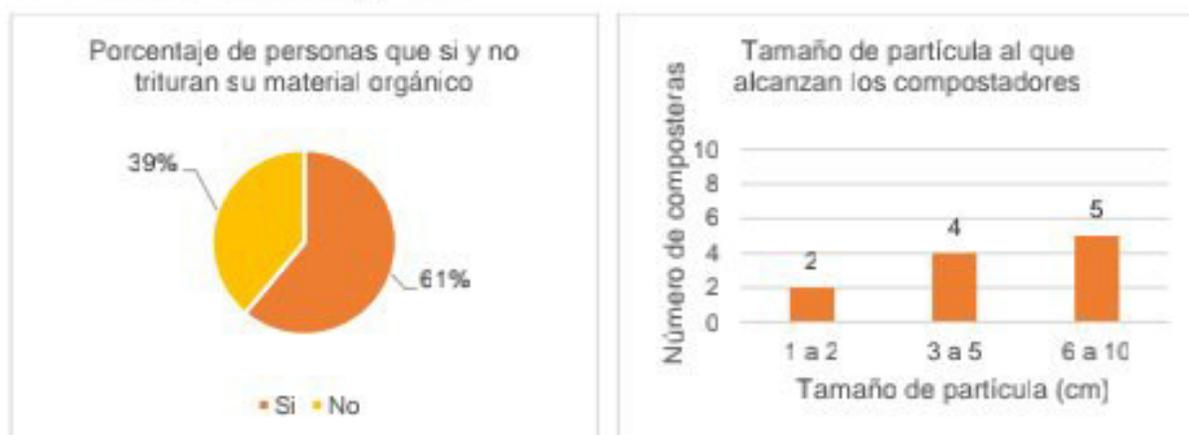


Figura 4. Porcentaje de composteras que triturar el material orgánico

Figura 5. Tamaño de partícula al que triturar el material orgánico

De acuerdo a la figura 4, el 61% de las 18 composteras aún en uso triturar sus residuos orgánicos y de estos, 6 personas se mantienen en el rango ideal de 1 a 5 cm (figura 5) (Moreno & Morál, 2008)

Contenido de agua

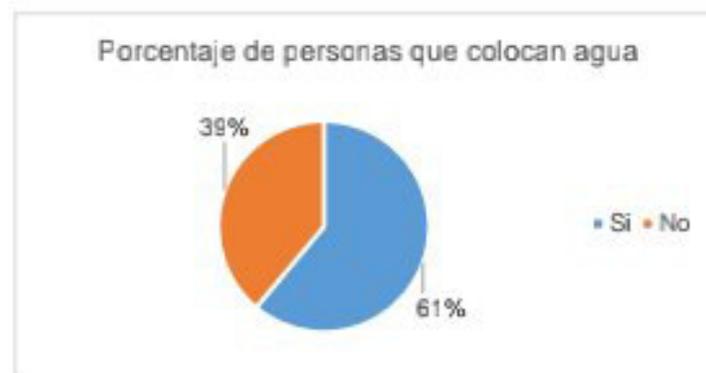


Figura 6. Porcentaje de personas que colocan agua en la compostera.

La figura 6 señala que el 39% de las 18 composteras en uso no colocan agua debido a que consideran que la materia orgánica que ingresan está suficientemente húmeda. Por el contrario, el 61% restante aplican agua de forma injustificada ya que mencionaron no realizar ningún tipo de secado en la materia orgánica. Además, se puede observar en el punto 3.1.1, literal b, sección I. en residuos orgánicos, que todos usan restos de frutas y vegetales que es material con un contenido importante de agua para el proceso de compostaje (Acosta, 2016; Tapia, 2010).

Frecuencias de carga y aireación en las composteras



Figura 7. Frecuencia de carga en las composteras



Figura 8. Frecuencia de aireación en la compostera

La figura 7 indica que en cuanto a la frecuencia de carga en las composteras no se tiene problemas ya que el 50% de las personas que practican el compostaje cargan su compostera 2 veces a la semana, el 28% correspondiente a 1 vez por semana y el 22% de 1 vez cada 2 semanas, entendiéndose así que el tiempo de latencia para los microorganismos es mínimo de 72 horas, tiempo ideal para su adaptación y posterior inicio de la fase termofílica (Robles, 2015).

En cuanto a la aireación se observa en la figura 8 que el 44% se encuentra en la frecuencia ideal ya que dedicarle de 20 a 30 minutos de mezclado 1 o 2 veces por semana mantienen el proceso aerobio (Román et al., 2013). Por otro lado, las personas que realizan el mezclado 1 vez cada 2 semanas corren el peligro de tener un proceso anaerobio por la falta de oxígeno y la compostera emite olor a amoníaco (Quinatoa, 2012). Para finalizar las personas que realizan el mezclado 3 veces por semana llegan a experimentar un proceso de digestión lenta ya que la humedad y la temperatura disminuyen (Quinatoa, 2012).

III. Problemas frecuentes en composteras



Figura 9. Problemas frecuentes en las composteras

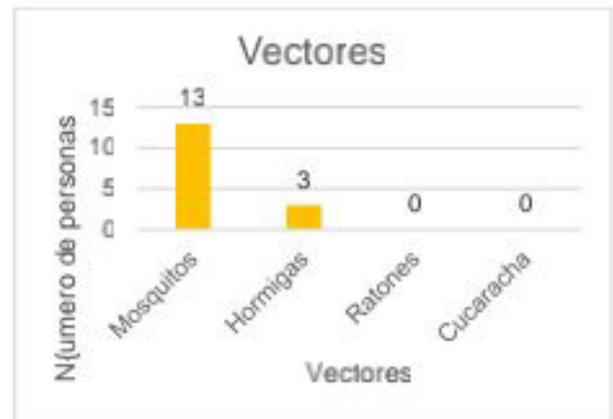


Figura 10. Vectores presentes en las composteras

Como se observa en la figura 9 los principales problemas en las composteras del barrio San Enrique de Velasco son el escurrimiento de lixiviados y la presencia de vectores. En la figura 10 se observa que los mosquitos son los principales. Estos se deben en su mayoría por la humedad alta ya que el exceso de agua se escurre y el proceso emite olor a podrido, situación favorable para la proliferación de mosquitos (Tortosa, 2022). El motivo que se determinó para que las personas no tengan olor en sus composteras es el lugar en donde las tienen ya que las 18 se ubican en el exterior.

IV. Diagnóstico del compost (producto final)

Características organolépticas del compost

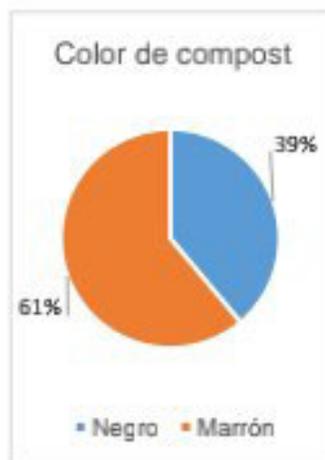


Figura 11. Color de compost

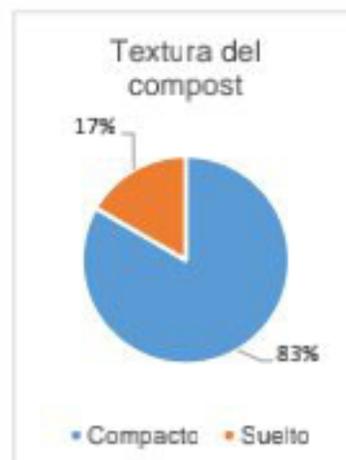


Figura 12. Textura del compost

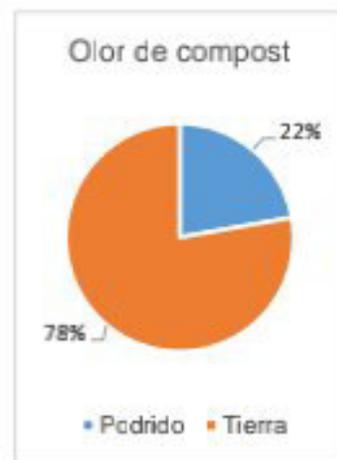


Figura 13. Olor del compost

Como se observa en la figura 11, el 61% señaló que el color de su compost es marrón siendo este un indicador positivo ya que las 11 personas mencionaron que cosechan compost al mes, obteniendo compost con una calidad baja ya que la materia aún no se descompone. Por otro lado, el 39% que señaló observar su compost de color negro indicaron que el tiempo de cosecha es en un rango de 3 a 5 meses dando tiempo a que este se descomponga por completo y madure (Jantz & Ruggerio, 2021).

En el caso del olor se puede observar en la figura 13 que el 78% identifico que su compost tiene olor a tierra húmeda, un buen indicador de estabilidad de la materia. En el caso del 22% que afirmo que su compost huele a podrido esto se debe en gran parte a la alta humedad en la compostera y la falta de tiempo para una degradación completa(Hoyos et al., 2010) .

La textura del compost es un indicador de humedad y en la figura 12 se observa que el 83% afirma que su compost es compacto, es decir en forma de grumos siendo este un aspecto negativo ya que al transcurrir el periodo de acondicionamiento al medio ambiente el cual dura de 8 a 15 días, la humedad debe disminuir a un 30% dándole al compost soltura y la apariencia de tierra (Soliva & López, 2004).

3.1.2 PPC de residuos orgánicos en el Barrio San Enrique de Velasco

El cálculo del PPC debía ser con un total de 41 composteras, sin embargo, por falta de comunicación con todos los responsables de las composteras (ver anexo X) se realizó con el dato de 18 composteras tanto familiares como interfamiliares. A continuación, se presenta una tabla con el PPC general obtenido:

Tabla 10. Producción per cápita de residuos orgánicos en el Barrio San Enrique de Velasco

Número de compostera	Días que acumulan el material	Peso materia Orgánica	Número de personas	PPC
F - 001	3	1,5	3	0,17
I - 002	15	8	10	0,05
F - 003	3	1,5	4	0,13
F - 004	4	2	3	0,17
F - 005	7	6	4	0,21
I - 006	3	2	5	0,13

F - 007	15	6	4	0,10
F - 008	15	7	5	0,09
F - 009	3	1,5	4	0,13
F - 010	3	1,5	4	0,13
I - 011	1	2	12	0,17
F - 012	2	1	5	0,10
I - 013	8	12	15	0,10
F - 014	3	3	4	0,25
I - 015	15	10	11	0,06
I - 016	3	6	12	0,17
F - 017	3	1,5	3	0,17
F - 018	3	1	3	0,11
PPC general				0,13

El PPC de residuos orgánicos en la ciudad de Quito es de 0,48 kg/Hab*día (Castillo, 2012) y en el caso del Barrio San Enrique de Velasco se determinó que su PPC de residuos orgánicos se encuentra en 0,13 kg/Hab*día. Esta amplia diferencia se debe a que en el análisis realizado en el Barrio San Enrique de Velasco únicamente se tomó en cuenta la materia orgánica generada en la cocina y que es apta para el proceso de compostaje, excluyendo así restos de comida cocinada, carnes, huesos y todo residuo de jardines.

3.2 Evaluación del proceso de compostaje y compost (Etapa de seguimiento)

La muestra teórica a evaluar era de 14 composteras, sin embargo, se realizó un seguimiento únicamente a 10 por la falta de disponibilidad en el horario de los usuarios. El cálculo de la muestra representativa se realizó con la ecuación 3 detallada en el punto 2.2.1, el dato tomado para la población total fue de 18 por el número real de composteras en uso.

En la tabla 11 se aprecian los tres tipos de procesos que se agruparon en la etapa de seguimiento en función de los tipos de procedimientos encontrados en las composteras en uso. Las variables que se tomaron en cuenta para su clasificación son de carácter cualitativo y cuantitativo.

Tabla 11. Características del agrupamiento de los procesos analizados

Procesos	Material seco	Veces en las que carga la compostera	Veces en que mezcla el compostaje	Tamaño de partícula	N.º de composteras a evaluar
P1	Aserrín	2 veces/semana	2 veces/semana	no la trituran	6
P2	Viruta	1 vez/semana	1 vez/semana	no la trituran	2
P3	Ceniza y hojas seca	1 vez/semana	1 vez/semana	no la trituran	2

3.2.1 Parámetros de monitoreo al proceso de compostaje

A. Parámetros cuantitativos

I. Temperatura

Se realizó la medida de esta variable in situ, siguiendo la metodología detallada en el punto 2.1.4, sección I. A continuación, se presentan las temperaturas promedio obtenidas en cada semana por cada proceso.

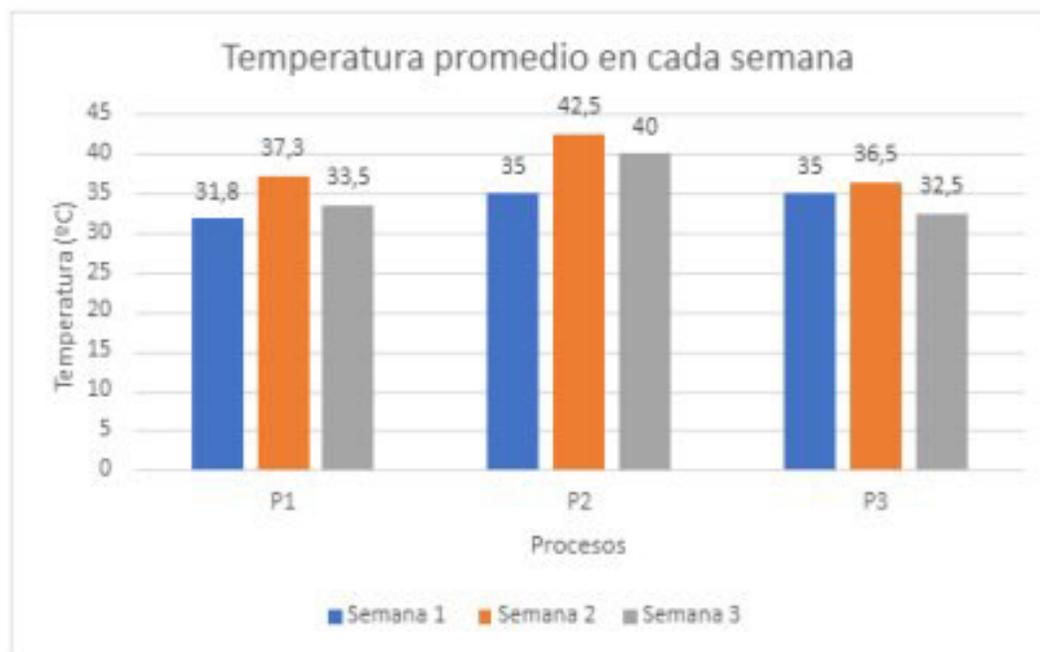


Figura 14. Resultados de temperaturas obtenidas en cada proceso

Como se observa en la figura 14 la temperatura promedio máxima que se alcanzó en el transcurso del monitoreo fue de 42,5 °C, la cual le corresponde al proceso 2. La

temperatura que se espera en el compostaje, en su fase termofílica es de 55 °C con el fin de asegurar la higienización de la mezcla (Barrena, 2006), por otro lado, Barrena (2006) también menciona que, si en la compostera no hay contaminación de patógenos y las condiciones ambientales son los estándares, es decir temperatura ambiente de 25°C, el rango de temperatura es de 45 a 55 °C. Por lo tanto, como en las composteras del proyecto no se usan excretas animales y su temperatura ambiente es de un promedio de 17 °C, la temperatura promedio registrada en las composteras es la correcta (42,5 °C).

El valor máximo medido fue de 52 °C, mientras el mínimo fue de 20 °C ambos incluido en el proceso 1. Esta diferencia de medidas está relacionada al desarrollo del proceso, como se observó en las visitas las composteras con temperaturas bajas se encontraban llenas alrededor de 1/3 de su altura provocando así que la mezcla pierda calor, información que se corrobora en el instructivo "Manual de compostaje" del Gobierno de España (2017).

II. Relación C:N

Esta relación se obtuvo a través de la fórmula del punto 2.2.4, sección IX. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

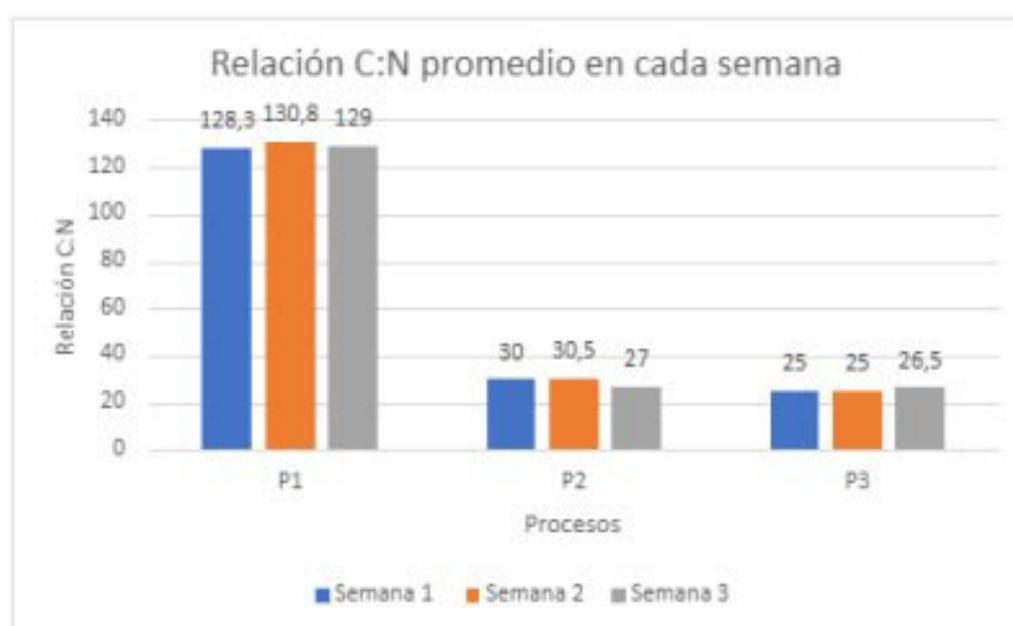


Figura 15. Resultado de la relación C:N determinada en cada semana

La relación óptima en C:N inicial es de 25:1 a 35:1 como lo mencionan Joaquín Moreno y Raúl Moral (año) en su libro "Compostaje". La figura 15 muestra que en el proceso 1 esta relación se sobrepasa en un 400% y la causa que se determinó es el uso de aserrín en altas cantidades ya que este material seco por sí solo tiene una relación promedio de 400:1 mientras que la materia orgánica que está formada en gran parte por restos de frutas y

vegetales tiene una relación promedio de 21,4:1 (INIAP, 2011). Estas altas concentraciones de carbono que se ingresan a la compostera hacen que el proceso sea más lento y se evidencia que el aserrín sigue sin descomponerse al cabo de 1 mes. Con respecto a los procesos 1 y 2 estos se encuentran en el rango adecuado, ya que la cantidad de material seco que colocan es la indicada.

B. Parámetros cualitativos

I. Humedad, olor y presencia de vectores

Estos parámetros se determinaron por medio del uso de los sentidos, en la humedad se aplicó el tacto, el olor con el olfato y la presencia de vectores de forma visual. Los procedimientos in situ se detallan en la metodología. Los resultados encontrados se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 12. Parámetros organolépticos determinados en el proceso 1

Número de composteras que presentan estas características	Humedad	Humedad en %	Olor	Vectores
3	Correcta	40 - 60	Tierra húmeda	N/A
3	Alta	>60	Podrido	Mosquitos

Tabla 13. Parámetros organolépticos determinados en el proceso 2

Número de composteras que presentan estas características	Humedad	Humedad en %	Olor	Vectores
1	Correcta	40 - 60	Tierra húmeda	N/A
1	Alta	>60	Podrido	Mosquitos

Tabla 14. Parámetros organolépticos determinados en el proceso 3

Número de composteras que presentan estas características	Humedad	Humedad en %	Olor	Vectores
1	Correcta	40 - 60	Tierra húmeda	N/A
1	Alta	>60	Podrido	Mosquitos

Como se observa en las tablas 12, 13 y 14, la humedad alta está relacionada con los malos olores, en este caso el olor a podrido atrae a vectores como los mosquitos que son el principal problema detectado en la mayoría de composteras del Barrio San Enrique de Velasco. Se determinó que la humedad alta se debe a que las personas añaden agua sin tomar en cuenta la cantidad de ésta que ya contienen los restos orgánicos; y esto sumado a la inadecuada aireación que le dan a la mezcla ya que los usuarios que presentan estos problemas solo mezclan de forma superficial y no toman en cuenta a la parte interna. Estas altas concentraciones de humedad en la mezcla han generado que el tiempo de degradación aumente de 1 mes a 2 meses como lo menciona Raquel Barrena (2006) en su texto "Compostaje de residuos sólidos orgánicos".

3.2.2 Parámetros para el control de compost

A. Parámetros cualitativos

Color

En las 10 composteras del Barrio de San Enrique de Velasco de la etapa de seguimiento se evidenció únicamente un color en compost el cual es marrón oscuro.

B. Parámetros cuantitativos

Porcentaje de humedad, pH, conductividad, temperatura y porcentaje de degradación

El análisis de estos datos se realizó en el laboratorio de Ingeniería Ambiental (LDIA) de la Escuela Politécnica Nacional, las muestras de compost que se utilizaron fueron 3 y cada una representa a un proceso. Para su elección se tomó en cuenta el porcentaje de degradación más elevado. La metodología utilizada se detalló en el capítulo anterior.

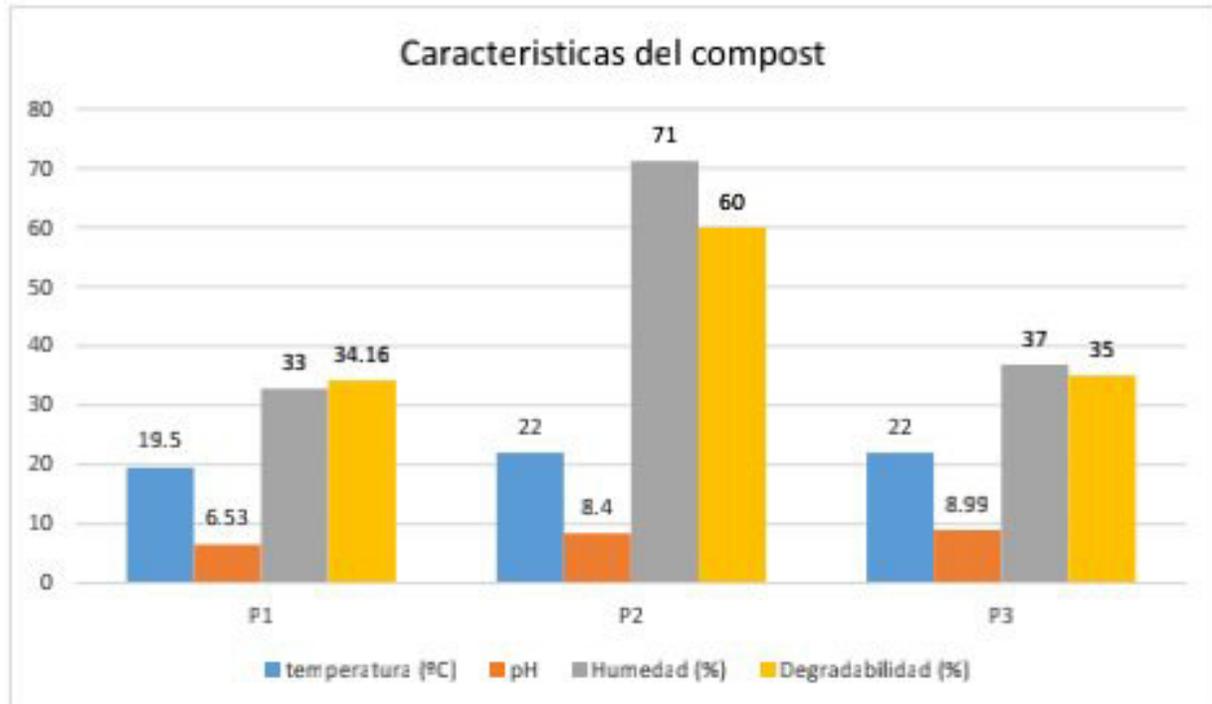


Figura 16. Calidad de compost por cada proceso

Como se observa en la figura 16 en cuanto al pH los compost de los procesos 1 y 2 se encuentran dentro del rango de pHs neutros (6,5 a 8,5) como lo menciona Alejandro Pati (2021). En el caso del compost del proceso 3 se obtuvo un pH alcalino el cual se relaciona al uso de ceniza en el proceso de compostaje ya que esta contribuye con óxidos, hidróxidos y carbonatos de Ca, K y Mg (Barrios et al., 2001).

El porcentaje de humedad que se presenta en la figura 16 indica que los compost de los procesos 1 y 3 están dentro del criterio óptimo de 30 al 40% (Hoyos et al., 2010). Sin embargo, en el proceso 2 este porcentaje es mucho más alto que el permitido en el proceso de compostaje el cual va de 40 a 60% (Barrena, 2006), se determinó que este compost no fue conservado bajo techo en la etapa de acondicionamiento lo que provoco este aumento en contenido de agua.

El porcentaje de degradabilidad indica que el proceso 2 tiene el 60% de materia orgánica completamente degradada, la cual toma la textura de la tierra. Esto se debe a que el tiempo de degradación en este proceso fue de 6 meses permitiendo que los microorganismos consuman compuestos orgánicos más complejos. Por otro lado, los procesos 1 y 3 cosechan su compost al mes lo que permite únicamente ver una homogenización del color mas no la degradación total de los compuestos (Soto & Muñoz, 2002).

En cuanto a la temperatura del compost en la figura 16 se indica que el proceso 1 se encuentra en buenas condiciones ya que si la temperatura del compost supera a la

temperatura ambiente con 5° o 10°C este puede matar a las plantas por la actividad de hongos aún existentes (NCAT, 2015) .

Tabla 15. Comparación de conductividad eléctrica en el compost

Parámetro	Unidades	P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	602,5	1525	853,5

En la tabla 15 se observa que todos los procesos han generado cantidades dentro del rango aceptable de sales solubles en el compost (Pati, 2021). Sin embargo, es importante destacar que el proceso 2 tiene una conductividad superior, debido al tiempo de duración del compostaje el cual fue de 6 meses (A. Silva, 2022).

3.3 Propuesta de mejora (Manual)

Para la propuesta de mejora se tomaron los datos positivos y relevantes de cada proceso evaluado en la fase de seguimiento (punto 3.2). Adicionalmente se incorporaron pesos de material seco y materia orgánica referenciales, al igual que tiempos de mezclados adecuados, esto con el fin de asegurar la cantidad de oxígeno y la relación C:N permitida.

3.3.1 Datos referenciales de tiempo de mezclado y pesos de materia orgánica y material seco

A. Tiempo de mezclado

Se realizó el análisis del tiempo ideal para mantener un porcentaje de oxígeno correcto dentro de la compostera este se detalla en el punto 2.3, literal A.

Tabla 16. Tiempos de mezclado referenciales

Peso de la mezcla en la compostera (kg)	Tiempo de mezclado (min)
2	10
4	20
6	30
8	40
10	50

En la tabla 16 se puede observar que por cada 2 kg de material existente en la compostera se debe invertir 10 min de mezclado, tiempo apropiado para ingresar oxígeno en la compostera [Moreno & Moral, 2008].

B. Pesos ideales de materia orgánica y material seco

Se realizó el cálculo de pesos referenciales de materia orgánica y material seco con el fin de que los usuarios pueden alcanzar las relaciones C:N de manera práctica y sencilla. Estos números se obtuvieron con ayuda de la ecuación detallada en el punto 2.3, literal B. A continuación, se presentan los datos obtenidos:

Tabla 17. Kilogramos por semana de material seco y materia orgánica referenciales para composteras familiares.

Kg/semana Residuos de fruta y vegetales	Tipos de material seco		
	Viruta g/semana	Aserrín g/semana	Hojas secas g/semana
2,73 kg/semana	247,13 g/semana	63,45 g/semana	1381 g/semana
5,46 kg/semana	494,27 g/semana	126,9 g/semana	2762 g/semana
7,28 kg/semana	659,03 g/semana	169,21 g/semana	3682 g/semana

Tabla 18. Kg/semana de material seco y materia orgánica referenciales para composteras interfamiliares

Kg/semana Residuos de fruta y vegetales	Tipos de material seco		
	Viruta g/semana	Aserrín g/semana	Hojas secas g/semana
8,19 kg/semana	741,41 g/semana	190,36 g/semana	4143,17 g/semana
10,92 kg/semana	988,54 g/semana	253,81 g/semana	5524,23 g/semana
15,47 kg/semana	1400 g/semana	359,57 g/semana	7826 g/semana

En el manual las tablas se colocaron con números cerrados por motivos de limitada accesibilidad de los usuarios de las composteras a instrumentos de medición de pesos.

3.3.2 Estructura del manual

A continuación, se presenta la estructura que tiene el manual de compostaje doméstico en forma de índice, si se desea observar el manual completo ver el anexo XII.

1. Introducción
2. Glosario
3. Compostaje doméstico
 - 3.1. Definición
 - 3.2. Tipos de composteras utilizadas en el proyecto
 - 3.2.1. Composteras familiares
 - 3.2.2. Composteras Interfamiliares
 - 3.3. ¿Cómo elaborar el compost?
 - 3.3.1. Componentes
 - 3.3.2. Proceso recomendado de elaboración de compost
4. Variables importantes en el proceso de compostaje
 - 4.1. Relación C/N
 - 4.2. Aireación
 - 4.2.1. Frecuencia ideal de mezclado
 - 4.2.2. Instrumentos ideales para el mezclado
 - 4.3. Humedad
 - 4.3.1. Medición de humedad
 - 4.4. Temperatura
 - 4.4.1. Medición de temperatura
 - 4.5. Olor.
 - 4.5.1. Relación entre olor y estado de la compostera
5. Compost
 - 5.1. Definición
 - 5.2. Parámetros de control
 - 5.2.1. Color
 - 5.2.2. Humedad del compost
 - 5.3. Usos del compost
6. Problemas, causas y soluciones

3.4 Socialización de los resultados obtenidos en la etapa de seguimiento.

3.4.1 Charla para el manejo de composteras en el barrio San Enrique de Velasco.

Para esta etapa se tomaron las actividades de mejora plasmadas en el manual como material de interés. Esta información se transmitió a los responsables de las composteras a través de una charla, esta se programó con 2 horas de duración y se realizó el día sábado 6 de agosto del 2022 de 9 a 11 am. Para su difusión se elaboró un afiche (ver anexo VII.a), en este se colocó el día, fecha, hora y lugar. A continuación, se presenta la planificación en donde se detalla la actividad, el tiempo de duración y materiales.

Tabla 19. Cronograma de actividades del evento “Charla para el manejo de composteras en el barrio San Enrique de Velasco”.

Hora	Actividad	Descripción	Materiales
-------------	------------------	--------------------	-------------------

9:00 a 9:10	Presentación	<ul style="list-style-type: none"> • Se dio un saludo de bienvenida y se presentó el contenido de la charla 	
9:10 a 9:20	Introducción	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar que es el compostaje doméstico 	
9:20 a 10:10	¿Cómo hacer compostaje? Método recomendado en el manual	<ul style="list-style-type: none"> • Se dio una explicación práctica de como iniciar el compostaje. • Se explico como medir humedad y temperatura dentro de la compostera. • Se explico el tiempo adecuado para la cosecha del compost. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una caja de cartón • Tierra • Aserrín • Restos de cocina • Una horca • Hierba • Compost de 1 mes • Compost de 5 meses • Mezcla de compostaje con una semana de degradación • Geotermómetro • Guantes
10:10 a 10:40	Problemas y soluciones	<ul style="list-style-type: none"> • Se presento los problemas más frecuentes detectados y las soluciones que se obtuvieron en la etapa de seguimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carteles con los datos tabulados.
10:40 a 10:50	Preguntas de los asistentes	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo para escuchar dudas y dar una solución 	
10:50 a 11:00	Despedida	<ul style="list-style-type: none"> • Se dio un agradecimiento por la asistencia 	



Imagen 4. Explicación de soluciones a problemas frecuentes



Imagen 5. Explicación de medida de humedad

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las evaluaciones de entendimiento

3.4.2 Evaluación

Los datos que se presentan a continuación son aquellos recogidos por la evaluación.

1. ¿Cuál es la función de la capa de hierba fresca en la compostera?

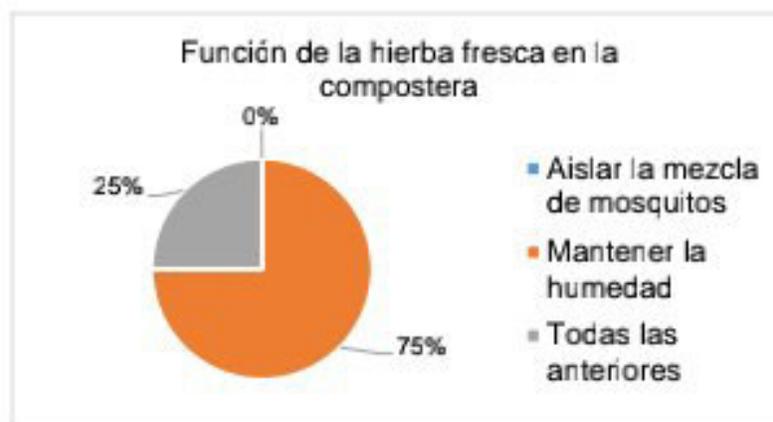


Figura 17. Función de la hierba fresca en la compostera

Como se observa en la figura 17, el 75% respondió que la función de la hierba fresca en las composteras es mantener la humedad, sin embargo, la razón fundamental por la que se coloca una capa de hierba seca en la parte superior de la mezcla es que aísla a los mosquitos de la mezcla, disminuyendo este problema. Esto se afirma ya que 4 de 10 composteras lo ponen en práctica y se observa que no presentan mosquitos, ya que esta capa permite encerrar el calor y no tiende a compactarse por lo tanto existen espacios en esta capa por donde el aire fluye.

2. ¿Cuál es el tiempo recomendado para cosechar compost?

- 3 meses
- 1 mes
- 2 semanas

El 100% de los asistentes respondió que 3 meses es el tiempo adecuado, siendo esta la respuesta correcta, ya que así se tiene un porcentaje de degradabilidad más alto cercano a 60% lo que permite tener buenas características en calidad química y física del compost.

3. Si en la compostera se tiene 1kg de materia orgánica. ¿el tiempo de mezclado adecuado es de 5 min?

- Verdadero
- Falso

El 50% de los asistentes respondieron verdadero, siendo esta la respuesta correcta ya que se determinó que las composteras interfamiliares las cuales tenían alrededor de 4 a 6 kg de material seco y materia orgánica degradándose en ella no presentaban olor puesto que estas le dedicaban a la aireación del compostaje cerca de 20 a 30 min, 1 vez por semana (Móstoles composta, 2022).

4. ¿Qué instrumento es el adecuado para mezclar el compostaje?

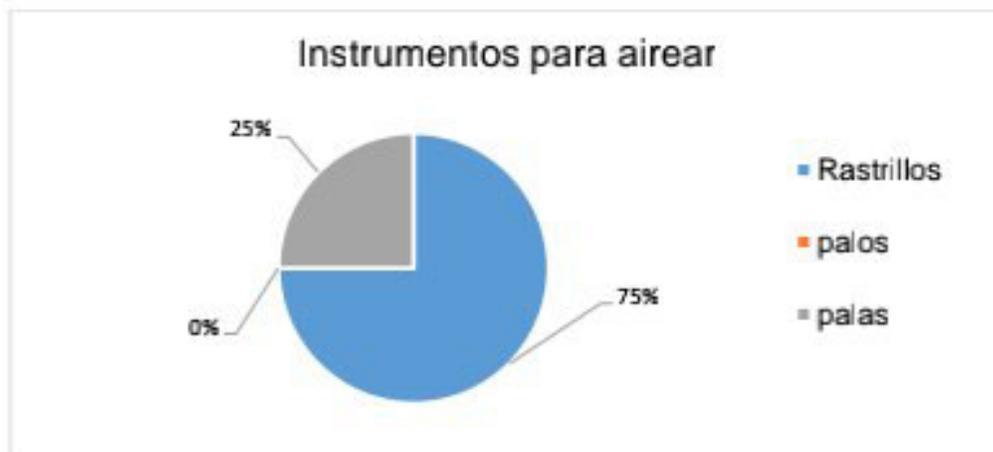


Figura18. Instrumento adecuado para la aireación.

Como se observa en la figura 18, el 75% respondió que el rastrillo es el ideal para realizar la mezcla en la compostera ya que estos al tener picos permiten levantar el material haciendo que se dé el contacto con el aire y exista en intercambio de gases (Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, 2021).

3.5 Evaluación de posible expansión del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánico.

3.5.1 Resultados de las encuestas

La información presentada a continuación es aquella recogida por los encuestadores en el Barrio San Enrique de Velasco. La muestra teórica que se calculo era de 67 personas, sin embargo, se presentaron ciertos contratiempos a la hora de entrevistar y solo se pudo obtener la información de 46 personas. El cálculo se detalla en el punto 2.5.1, literal b.

A. Datos generales

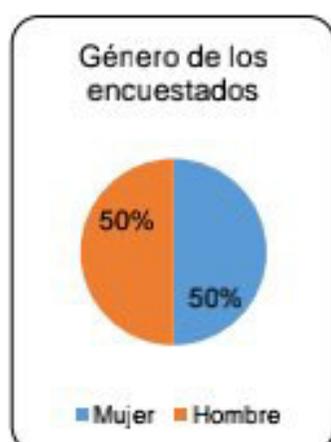


Figura 19. Género de los encuestados

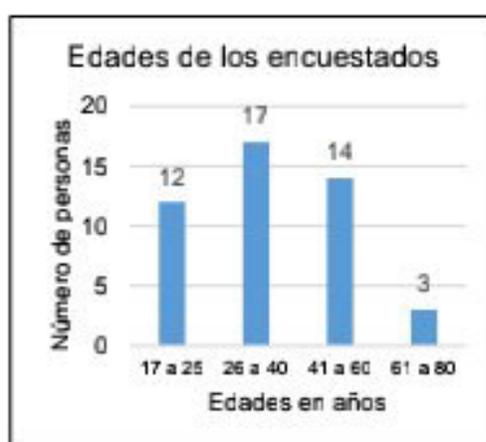


Figura 20. Edades de los encuestados

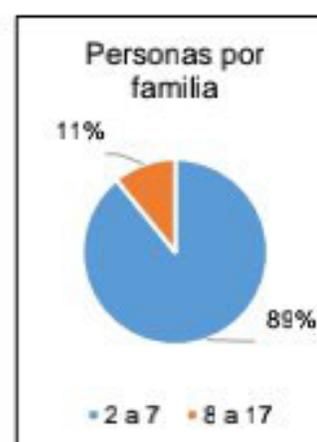


Figura 21. Número de personas por familia

En la figura 19 se observa que las encuestas se realizaron a un número igualitario de hombres y mujeres, también se puede determinar que la mayoría de los encuestados tienen alrededor de 26 a 40 años (figura 20). Y para finalizar en la figura 21 se puede ver que el 89% de los entrevistados en los sectores analizados tienen familias de números pequeños de alrededor de 2 a 7 personas, dándonos a entender que se necesitan de composteras familiares. La fundación 2iA al considerar los sectores central y superior del barrio encontraron hogares con amplio número de integrantes lo que los llevo a decidir entregar composteras interfamiliares (Fundación 2iA, 2021).

B. Separación de residuos orgánicos en la fuente

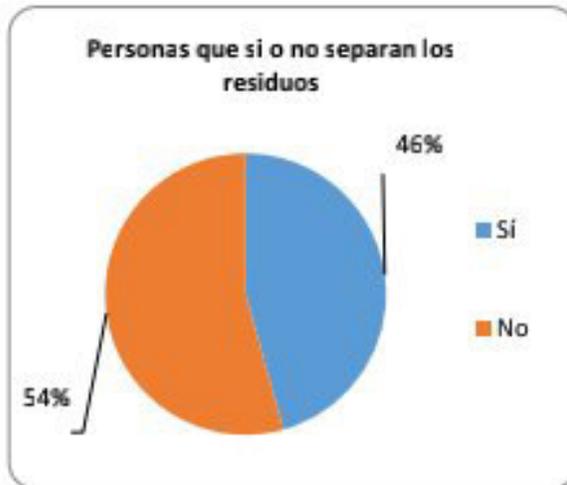


Figura 22. Porcentaje de persona que si o no separan sus residuos



Figura 23. Razones por las que no separa sus residuos



Figura 24. Clasificación de residuos

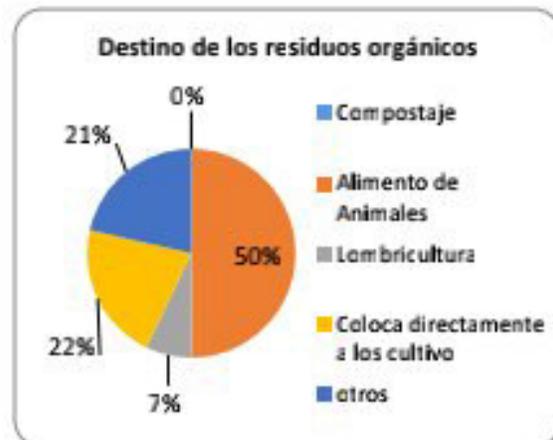


Figura 25. Destino de los residuos orgánicos

En la figura 22 se observa que el 54% que representa la mayoría de entrevistados no separan sus residuos y la razón más común para no hacerlo es la falta de tiempo, algo preocupante presentado en la figura 23 es que el 40% no presenta interés en este tema. Por otro lado, está el 46% que si separa sus residuos de los cuales solo el 14% separa inorgánico y orgánicos (ver figura 24). Un dato favorable a rescatar es que el 53% separa materia orgánica, pero de estos ninguno realiza compostaje; sin embargo, el 22% de estos solo coloca los residuos directamente en los cultivos (ver figura 25).

C. Compostaje

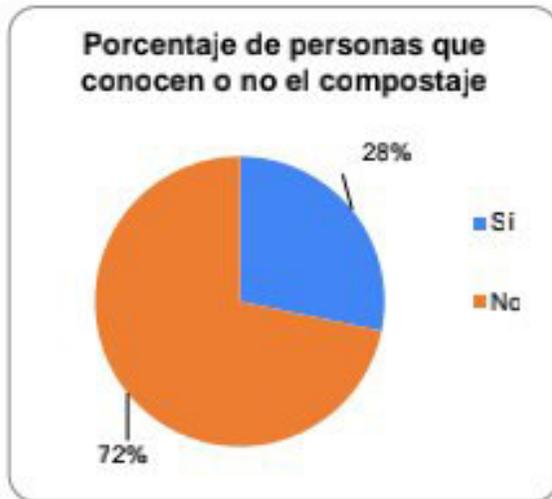


Figura 26. Porcentaje de personas que conocen que es el compostaje



Figura 27. Personas con interés a aplicar el compostaje

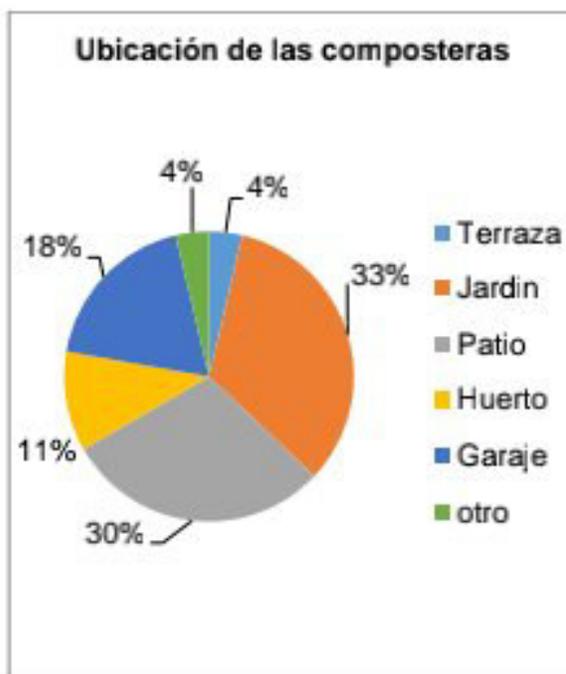


Figura 28. Ubicación de composteras



Figura 29. Razones por las que no aplican el compostaje

En la información relacionada al compostaje se observa en la figura 26 que el 13 % conoce sobre el compostaje, sin embargo, la figura 27 señala que el 61% estaría dispuesto a realizar compostaje en colaboración con la Secretaría del Ambiente. Estas personas mencionaron que cuentan con el espacio para colocar las composteras en su mayoría tienen jardines, patios y garajes (ver figura 28). Estos datos nos indican que se debe preparar una inducción previa al compostaje y mantener un monitoreo constante cuando se arranque el proyecto. Por otro lado, se observa en la figura 27 que el 39% no desea

aplica el compostaje tomando como excusa más común a la falta de espacio seguida por la falta de interés (ver figura 29), tema que se debe concientizar en la población.

3.5.2 Resultados de Verificación de la información visual proporcionada por la aplicación web Google Earth.

La herramienta de Google Earth muestra imágenes del día 6 de febrero del 2020 y de acuerdo a los anexos XI.a, XI.b, XI.c, XI.d, XI.e y XI.f no ha existido cambios notorios en el barrio San Enrique de Velasco. Esta sigue siendo una zona rodeada por vegetación. A lo largo de las 6 rutas el espacio más frecuente fueron patios y jardines lo que indica que es un lugar con potencial para continuar con el proyecto de recuperación de residuos orgánicos.

3.5.3 Análisis de rutas de expansión

De acuerdo a las encuestas realizadas las rutas óptimas para la expansión son 1, 2 y 4, ya que alrededor del 60% de las personas que contestaron si a aceptar una compostera de la Secretaría del Ambiente corresponden a estas 3 rutas, también es importante mencionar que en las tres rutas existe mayor cantidad de patios y jardines donde estas camposteras pueden ser colocadas. Sin embargo, estas zonas necesitan de una capacitación apropiada ya que señalaron no realizar la separación de residuos, tema esencial para el proyecto.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La presencia de vectores en las composteras se relaciona con el porcentaje de humedad de la mezcla, ya que se evidencia que 16 presentan mosquitos y de estos 11 colocan agua de forma innecesaria en las cargas semanales que realizan, originando el aumento de humedad en su compostera.

Se concluye que el PPC de residuos orgánicos provenientes de la cocina, en el barrio San Enrique de Velasco, es de 0,13 kg/Hab*día y se determinó que los residuos generados en su mayoría son restos de frutas y verduras.

Las características organolépticas del compost en las composteras del barrio San Enrique de Velasco, son en su mayoría las adecuadas ya que el color marrón y el olor a tierra son indicadores positivos de su calidad.

Se determinó que en el barrio se tiene una temperatura ambiente promedio de 17 °C condición que permite que el proceso de compostaje alcance por lo general una temperatura máxima promedio de 42,5°C, la cual es considerada buena temperatura siempre y cuando no se usen excretas de animales.

El proceso 2 en el cual se usa como material seco la viruta, presentó mejores características, ya que en la etapa de seguimiento consiguió llegar a la temperatura máxima promedio de 42,5 °C, además cumplió la relación C:N de 30:1 en la 3ra semana de monitoreo. En el mismo proceso, se vio que, si la compostera es resguardada de la lluvia y se le coloca una capa de hierba seca o fresca en la parte superior, se tiene la ausencia de mosquitos y mal olor.

En cuanto a la calidad del compost se concluyó que el proceso 2 fue el más eficiente, ya que sus características químicas como el pH y conductividad eléctrica estaban dentro del rango aceptado y además presentó un porcentaje de degradabilidad del 60% a causa del tiempo de degradación que duro 6 meses.

La charla fue una adecuada herramienta de difusión y capacitación, ya que 3 de 4 preguntas se respondieron correctamente por el 50% de los asistentes.

En lo que respecta con la expansión del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos, es factible en el barrio San Enrique de Velasco ya que el 41% de los encuestados separan sus residuos, y el 61% de los encuestados presenta interés en aplicar el compostaje en colaboración con la Secretaría del Ambiente.

4.2 Recomendaciones

Realizar una actualización de los datos reales de contacto de los responsables de las composteras para obtener toda la información requerida.

Se recomienda un trabajo conjunto entre autoridades y personas que tienen las composteras, especialmente en futuras actividades de seguimiento a las fases ejecutadas y al posible proyecto de expansión. Para esto es necesario realizar una socialización previa y conocer a quienes tengan el tiempo y el interés por el proyecto a realizarse.

Se recomienda que en el proceso de compostaje se evite el uso de materia fecal de animales, al igual que material óseo como huesos de pollo.

Es importante que en una próxima etapa de seguimiento se realice un trazado de rutas para agilizar el traslado de casa en casa.

Es recomendable en la etapa de seguimiento mantener un contacto frecuente con los usuarios de las composteras para conocer con anticipación la existencia de algún inconveniente y poder dar soluciones favorables.

Se recomienda en la etapa de monitoreo el considerar como mínimo 2 composteras para cada proceso, puesto que así se tendrán puntos de comparación ya que no siempre se realizan exactamente iguales los procedimientos.

Se recomienda como actividad grupal en las composteras del barrio San Enrique de Velasco formar un proyecto de aprovechamiento de hojas secas y emplearlo como material seco, ya que existen amplias zonas verdes donde se genera este residuo.

Se recomienda no realizar lavados internos en la compostera ya que se pierden microorganismos los cuales ya estaban adaptados, haciendo que el proceso sea más lento.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, N. (2016). *TEMA 14. PROCESOS DE TRATAMIENTO DE* - ppt video online descargar. <https://slideplayer.es/slide/10297490/>
- Aguilar, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones*. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Amigos de la Tierra. (2019). *Manual básico para hacer compost*. https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2015/03/compost_esp_v04.pdf
- Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes. (2021). *Manual básico para hacer compost*. <https://es.slideshare.net/innovador docente/manual-para-hacer-compost>
- Barrena, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos . Aplicación de técnicas respiramétricas en el seguimiento del proceso .* <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>
- Barrios, A., Rodríguez, R., & Solla, F. (2001). *Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio*. https://www.researchgate.net/publication/28124448_Evaluacion_del_aporte_de_cenizas_de_madera_como_fertilizante_de_un_suelo_acido_mediante_un_ensayo_en_laboratorio
- Bejarano, E., & Delgadillo, S. (2007). *Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogotá "La Modelo" por medio de la utilización de microorganismos eficientes (EM)*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria
- Carrasco, J. B. (2011). *Gestión de Procesos (Alineados con la estrategia) Versión resumida (Extractos de la versión original)*. <http://hsjd.org/seminariogestion2013/docs/02-Dia5-TercerModeloProcesos.pdf>
- Castillo, M. (2012). *"CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A DOMÉSTICOS PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO"*. http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion_residuos.pdf
- Chacón, D., Fernández, S., Freire, E., Núñez, G., Pazmiño, J. P., Ponce, C., Quintana, Y., Racines, S., & Sánche, P. (2020). *INFORME DE CALIDAD DE VIDA 2020*. https://quitocomovamos.org/wp-content/uploads/2020/12/INFORME-DE-CALIDAD-DE-VIDA-QUITO-COMO-VAMOS_compressed-3.pdf
- CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*, (2017) (testimony of COA). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- CONSTITUCION POLITICA DEL ECUADOR, & 2008. (2008). *CONSTITUCION POLITICA DEL ECUADOR 2008*. https://www.cancilleria.gob.ec/wp-content/uploads/2013/06/constitucion_2008.pdf
- Cuadrado, L. (2020). *Diagnóstico ambiental de un establecimiento de aserrado en la localidad de Berisso (Provincia de Buenos Aires)*.

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2600/Tesis%20Cuadrado%20Loreley.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

del Hierro, A. G., Anrango, M. J., Ortiz, D., & Sánchez, L. (2021). Captura y cría de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) para la biodegradación de desechos orgánicos en Puerto Quito, Ecuador. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3).
<https://doi.org/10.46480/esj.5.3.164>

Docampo, R. (2013). *COMPOSTAJE Y COMPOST*.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1839/1/128221231213112259.pdf>

Fallas, D. (2016). *CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR GENERADO EN UN REACTOR BAJO AIREACIÓN FORZADA*.
<https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2017/05/Tesis-DiegoFallas.pdf>

Fundación 2iA. (2021). *Informe técnico de Modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Barrio San Enrique de Velasco*. Quito.

Fundación ambiente y medio. (2022). *MANUAL PARA EL CORRECTO COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS*. <https://fundacionambienteymedio.org/img/compostaje/Manual-Compostaje-FAYM-.pdf>

Gallardo, K. (2013). *"OBTENCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS IMPERMEABILIZADOS CON GEOMEMBRANA."*
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47801843/tesis_compos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1655485978&Signature=AQtV7zNuu2~W2Dp83ZVoTskRhXIZEKKj9WXeIKFInO2JToBdNB9VKrRTfHYVCj6qnLRlyFqb0w6WM9N0~4wZXPLvPqzKgA-Q5oFumlNnCaS1xSiAukEk6YCV7kAh~C-oEY9cw536QExVGRImwn3CTldkhUMEkHPlbFJRQaF15siO-E9-S3IXZHlyGps0PGbL3~UVWXz-bzPGILVY6nKBOb3wlJy47a2ASpp7Q51mABr-GqbrkWFwnMouIP0E2uQfwOAKdGvldc2bVF7KlvQmV7aTAJl~jEAKzQQqviVPY1F5ICZ2UQCLpS255TnqUlx9h7-0YV0sDU7NovMWEyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Gobierno de España. (2017). *Catálogo de símbolos cartográficos*.
https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/Especificaciones/catalogo_MTN25.pdf

Guillén, H. (2012). *"PROCESOS BIOLÓGICOS."*
<http://www.cecodes.net/Apuntes/PROCESOS%20BIOL%C3%93GICOS.pdf>

Gutierrez, D., & López, A. (2021). *EVALUACIÓN DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA (Hermetia illucens) COMO ALTERNATIVA PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8329/1/6152687-2021-1-IQ.pdf>

Honobe, Y. (2013). *El Método Takakura*.
<http://www.fonag.org.ec/web/imagenes/paginas/fondoeditorial/17.pdf>

Hoyos, J., Vargas, C., & Velasco, R. (2010). *EVALUACIÓN DE COMPOST OBTENIDO EN PILA MÓVIL EMPLEANDO MEZCLAS DE GALLINAZA DE JAULA CON MATERIAL CELULÓSICO*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100007

- INIAP. (2011). *Módulo V. Elaboración y uso de Abonos Orgánicos* .
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/95/1/iniapsc300cd.pdf>
- Jantz, M., & Ruggerio, C. (2021). *Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos domésticos como estrategia para la mitigación del impacto ambiental negativo de la gestión de residuos en áreas urbanas*.
https://www.researchgate.net/publication/353558726_Tratamiento_de_los_residuos_solidos_organicos_domesticos_como_estrategia_para_la_mitigacion_del_impacto_ambiental_negativo_de_la_gestion_de_residuos_en_areas_urbanas
- Lizzano, R. (2019). *CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE LA PARROQUIA AYORA Y SU POTENCIAL USO COMO ABONO DENTRO DE UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE DE LA ZONA*.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16707/1/UPS-ST003888.pdf>
- López, W. (2010). *Estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol* .
<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/6940/1/TESIS%20WENNDY%20LOPEZ%20WONG.pdf>
- Martínez, L., Rizzo, P., Bres, P., Riera, N., Bely, M., & Young, B. (2021). *Compendio de métodos analíticos para la caracterización de residuos, compost y efluentes de origen agropecuario y agroindustrial*. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10587>
- Mena Álvarez, z L. A. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN PROVEFARMA S.A. EN EL SECTOR DEL CORTIJO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA, 2014*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2760/1/T-UTC-00298.pdf>
- Mendoza, D. (2010). *“VERMICOMPOST Y COMPOST DE RESIDUOS HORTÍCOLAS COMO COMPONENTES DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTA ORNAMENTAL Y AROMÁTICA. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y RESPUESTA VEGETAL DE LOS MATERIALES Y RESPUESTA VEGETAL STA VEGETAL”* .
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8685/tesisUPV3395.pdf>
- Moreno, J., & Moral, R. (2008). *Compostaje* .
https://books.google.com.pe/books?id=lWYJAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Móstoles composta. (2022). *MANUAL DE COMPOSTAJE DOMÉSTICO*.
<https://www.mostolesjoven.es/es/documentos-informativos-a11ca/ecologia-medioambiente.ficheros/947729-Manual%20de%20Compostaje%20Mostoles%20-%202020.pdf>
- NCAT. (2015). *Compost*.
<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/FINAL%20Compost.pdf>
- NTE- INEN 2841. (2014). *GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA RECIPIENTES DE DEPÓSITO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. REQUISITOS. 2*.

- Olives, C., & Alvaro, M. E. (2013). *IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL APROVECHABLE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS QUE SE GENERAN EN MERCADOS, SUPERMERCADOS, PARQUES, JARDINES Y DIFERENTES SECTORES INDUSTRIALES DE LA ZONA SUR DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5787/6/UPS-ST001054.pdf>
- OM 332. (2010). *ORDENANZA METROPOLITANA N° 0332*. http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/calidad_ambiental/normativas/ordm_332_sis_gest_int.pdf
- Pati, A. (2021). *TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS BIODEGRADABLES DE LA INDUSTRIA CERVECERA MEDIANTE LA LOMBRICULTURA EN EL MUNICIPIO DE VIACHA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26788/T-2939.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piedrahita, C., & Caviedes, D. (2012). *DESECHOS ORGÁNICOS Y SUB PRODUCTO DE INDUSTRIA LACTEA (LACTO SUERO) CRISTIAN ANDRÉS PIEDRAHITA GAVIRIA DIEGO ANDRÉS CAVIEDES ALBÁN*. http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono_Bocashi_Lactea_Piedrahita_2012.pdf
- Quinatoa, M. (2012). *ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO CON LA ASOCIACIÓN SANTA CATALINA DEL CANTÓN PÍLLARO*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2463/1/Tesis-31agr.pdf>
- REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*, (2019) (testimony of Reglamento COA). www.lexis.com.ec
- Robles, M. (2015). *EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE TEMPERATURA, PH Y HUMEDAD PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO*. https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/EVALUACI%C3%93N%20DE%20PAR%C3%81METROS%20DE%20TEMPERATURA,%20PH%20Y%20HUMEDAD%20PARA%20EL%20PROCESO%20DE%20COMPOSTAJE%20EN%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20ORGANICOS%20DE%20LA%20MUNICIPALIDAD%20PROVINCIAL%20DE%20LEONCIO%20PRADO.pdf
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina*. <https://www.fao.org/3/i3388s/i33885.pdf>
- Salazar, C. (2018). *FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13720/3/Fundamentos%20B%C3%A1sicos%20de%20Estad%C3%ADstica-Libro.pdf>
- Santos, S. de, & Urquiaga, R. (2013). *COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE DOMÉSTICOS*.
- Silva, A. (2022). *Conductividad Eléctrica en las enmiendas orgánicas (compost): importancia, efecto y recomendaciones*. <https://www.fosacperu.com/conductividad-electrica-en-las-enmiendas-organicas-compost-importancia-efecto-y-recomendaciones/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20conductividad%20el%C3>

%A9ctrica%3F&text=En%20lo%20que%20refiere%20al,en%20consecuencia%2C%20la%20de%20sales.

Silva, J. P., López, P., & Valencia, P. (2000). Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje. *Escuela de Ingeniería Recursos Naturales y El Ambiente (EIDENAR)*, 1–25. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/compostaje.pdf>

Saliva, M., & López, M. (2004). *Calidad compost*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38969255/calidad_compost-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1655656303&Signature=VVtwfVqXnP5wl03P9-PUPihu55F0xP1G31mG5BRWtauggmW-1yAeh5ei1s3RgWhUtz~KnRaSncFLV5zYRW8MHX1IGCRnHTI37hXhY6pAv5QffhBq6GGLexGy95PLhTsoimfPLdLZ53on7CeHVU6d9LlPx-2aONDZqRba0cG0VorEpWpTXyg3U5NmW7bl3YqqnsgKvjrm1cXvU-ORqa51YWiOEqmwhNlDXvL8aW8w7QmUomJK31Hq5Ujko1tTyFPdEGlJrnlfi2GLps8F5DGzczqZgyU5H8oPss7OH6W32AgEPA8-z0T15RmfAuq0ct-0gjHx8KKfB1i prWzVTywAgw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Saliz, M., Durango, J., Solano, J., & Yépez, M. (2020). *CARTOGRAFÍA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR, 2020*. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7773/1/Saliz%20F%20ed-Cartograf%C3%ADa%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos.pdf>

Soto, G., & Muñoz, C. (2002). *Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica*. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5955/A2037e.pdf?sequence=1>

Sztern, D., & Pravia, M. (1999). *MANUAL PARA LA ELABORACION DE COMPOST BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS*. <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>

Tapia, V. (2010). *Estudio comparativo de la descomposición aerobia y anaerobia*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2233/1/CD-3001.pdf>

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE, (2003). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Tortosa, G. (2022). Insectos asociados al proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos separados en la fuente. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(4), 645–653. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000400017>

6 ANEXOS

ANEXO I.

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 29 de agosto de 2022

De mi consideración:

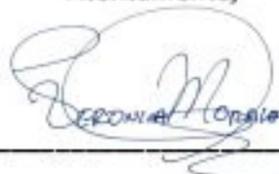
Yo, DRA. VERÓNICA ELIZABETH MORALES CASA, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado **SEGUIMIENTO Y PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO SAN ENRIQUE DE VELASCO. COMPONENTE: MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS** asociado al PROYECTO: SEGUIMIENTO Y PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO SAN ENRIQUE DE VELASCO elaborado por el/la estudiante **CARLA LIZBETH NARANJO MORILLO** de la carrera en AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito de las secciones: Resumen, Introducción, Metodología, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones, producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 6%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,



Dra. Verónica Morales C.
Profesora a tiempo completo
Carrera de Agua y Saneamiento - ESFOT

TIC_Naranja

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.quitoinforma.gob.ec

Internet Source

<1%

2

www.yes-innovation.com

Internet Source

<1%

3

www.derechoecuador.com

Internet Source

<1%

4

bibdigital.epn.edu.ec

Internet Source

<1%

5

dspace.ups.edu.ec

Internet Source

<1%

6

repositorio.ug.edu.ec

Internet Source

<1%

7

doczz.net

Internet Source

<1%

8

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Student Paper

<1%

9

docplayer.es

Internet Source

<1%

ANEXO II.

Anexo II.a

Formato de encuesta (para el levantamiento de información de las fichas catastrales)



Escuela Politécnica Nacional

Escuela de Formación de Tecnólogos

Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental



Encuesta para catastro N.º

Datos Generales				
Nombre del encargado:				
Número de teléfono:				
Correo electrónico:				
Barrio (Sector):				
Dirección:				
Croquis		Foto		
Coordenadas UTM		Compostera		
		Familiar		Interfamiliar
		N.º de personas que lo usan:		
¿Usa la compostera?	Si		No	
<i>Si la respuesta fue SI, responder las siguientes preguntas:</i>				
Características del proceso de compostaje				
Fecha de inicio de uso de la compostera:				
N.º veces a la semana en la que carga la compostera:				
N.º veces a la semana que voltean el material:				
¿Cuenta con geotermómetro?	Si		No	
Presencia de olores desagradables:	Si		No	
Lixiviados:	Si		No	
Presencia de:	Mosquitos			Hormigas
	Ratones			Cucarachas

Otros:					
Materia orgánica					
Frutas:		Comida cocinada:		Huesos:	
Vegetales:		Cascaras de papas:		Carnes:	
Cascaras de huevo:		Otros:			
N.º de días que almacena los residuos:					
Triturado o picado:	Si	No		Tamaño de partícula (cm):	
Material de cobertura					
Tipo:					
Agua					
Coloca agua		Si		No	
Características del compost					
Color:					
Olor:					
Textura:		Suelto		Compacto:	
Presencia de material grueso:		Si		No	
Descripción:					
<i>Si la respuesta fue NO, en ¿Usa la compostera? responder las siguientes preguntas:</i>					
¿Por qué no usa la compostera?					
Falta de tiempo:		Falta de interés:		Falta de espacio:	
Falta de apoyo de los miembros de la familia:			Viajes:		
Otros:					
Presento problemas:		Si:	No:	Descripción:	

ANEXO III.

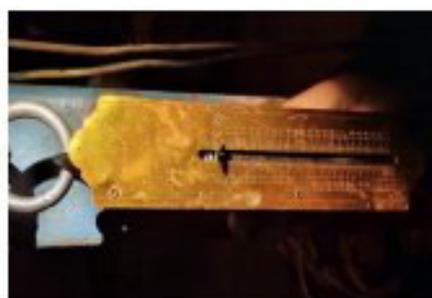


Imagen 6. Balanza de gancho

ANEXOS IV.

Anexo IV.a

FORMATO FICHA DE SEGUIMIENTO



Escuela Politécnica Nacional

Escuela de Formación de Tecnólogos



Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental

Ficha Catastral de Composteras en el Barrio San Enrique de Velasco N.º			
Datos Generales			
Nombre del encargado:		Número de teléfono:	
Barrio (Sector):		Dirección:	
Número de compostera:			
Interfamiliar		Familiar	
Número de personas que aportan en la compostera			
Proceso del compostaje			
N.º veces a la semana en la que carga la compostera:		N.º veces que voltean el material/semana:	
Datos del proceso de compostaje			
	semana 5	semana 6	semana 7
Materia orgánica	Fecha:	Fecha:	Fecha:
	Peso (Kg):	Peso (Kg):	Peso (Kg):
Material seco	Fecha:	Fecha:	Fecha:
	Peso (Kg):	Peso (Kg):	Peso (Kg):
Parámetros	Fecha:	Fecha:	Fecha:
Temperatura del ambiente (°C)			
Temperatura dentro de la compostera(°C)			
Olor (podrido, neutro o tierra vegetal)			

Humedad (mezcla de MC y MS)			
(Alta, media, baja)			
Vectores			
Parámetros de compost			
Parámetros	Fecha:	Fecha:	Fecha:
Temperatura			
Color (marrón oscuro, claro o negro)			
Humedad por puño (Alta, media, baja)			
Porcentaje de descomposición			
Peso total de mezcla (Kg)			
Peso de material tamizado (Kg)			
Tiempo en la compostera			

ANEXO V.

Anexo V.a



Imágenes 7. Medición de temperatura

Anexo V.c



Imagen 10. Identificación de vectores

Anexo V.b



Imágenes 8 y 9. Identificación de olores

Anexo V.e



Imagen 12. Peso de material seco y materia orgánica

Anexo V.d



Imágenes 11 y 12. Identificación de materia orgánica

ANEXO VI.

Anexo VI.a



Imagen 14.
Temperatura del
compost.
Anexo VI.d

Anexo VI. b

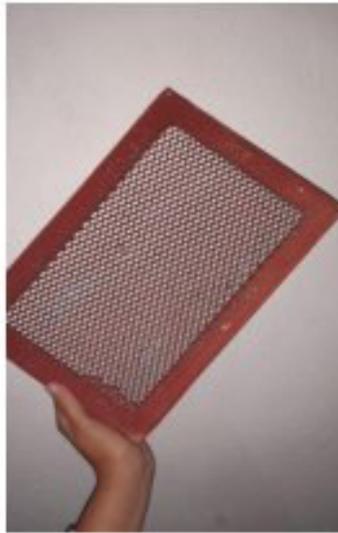


Imagen 15. Tamiz de
1,5cm

Anexo VI.c



Imagen 16. Tamizado del
compost



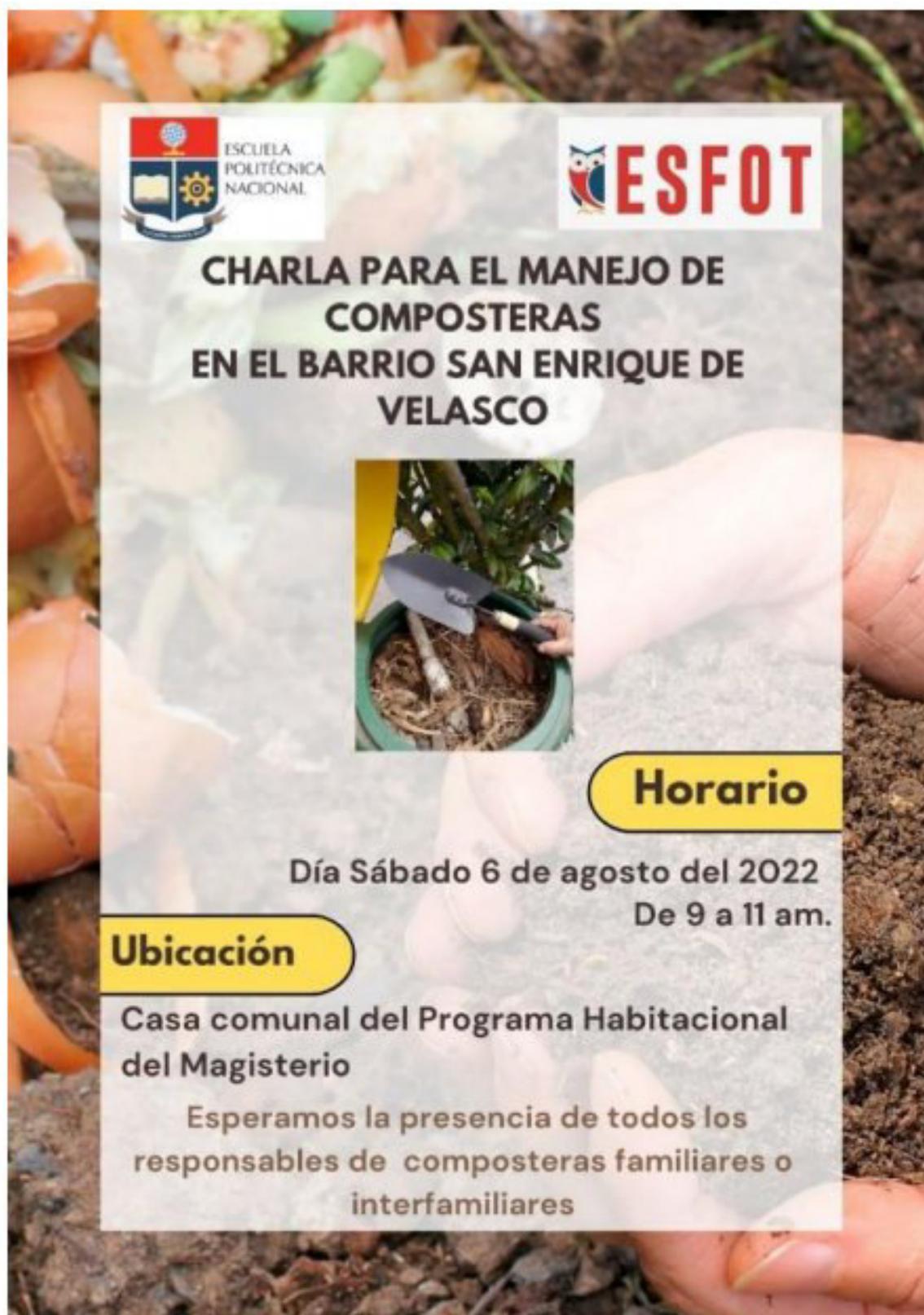
Imagen 17. medición de
humedad



Imagen 18. dilución de la
muestra de compost

ANEXO VII.

Anexo VII.a Afiche de difusión.



CHARLA PARA EL MANEJO DE COMPOSTERAS EN EL BARRIO SAN ENRIQUE DE VELASCO



Horario

Día Sábado 6 de agosto del 2022
De 9 a 11 am.

Ubicación

Casa comunal del Programa Habitacional
del Magisterio

Esperamos la presencia de todos los
responsables de composteras familiares o
interfamiliares

Anexo VII.b

Evaluación de la charla

18/02/2020 Evaluación de Charla de composteras

Evaluación de Charla de composteras

Evaluar la comprensión de la charla impartida el 6 de agosto

1. Como *

2. ¿Cuál es la función de la capa de hierba fresca en la compostera? *
Marca solo un óvalo.

Acelar la mezcla de mosquitos

Mantener la humedad

Todas las anteriores

3. ¿Cuál es el tiempo recomendado para cosechar compost? *
Marca solo un óvalo.

3 meses

1 mes

2 semanas

4. Si en la compostera se tiene 1kg de materia orgánica, ¿el tiempo de mezclado adecuado es de 5 min? *
Marca solo un óvalo.

Verdadero

Falso

18/02/2020 Evaluación de Charla de composteras

5. ¿Qué instrumento es el adecuado para mezclar el compostaje? *
Marca solo un óvalo.

Rastrojo

Palos





Palas



Palas

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

ANEXO VIII.

Encuesta para posible expansión del proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos.



Escuela Politécnica Nacional
Escuela de Formación de Tecnólogos
Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental



Encuesta

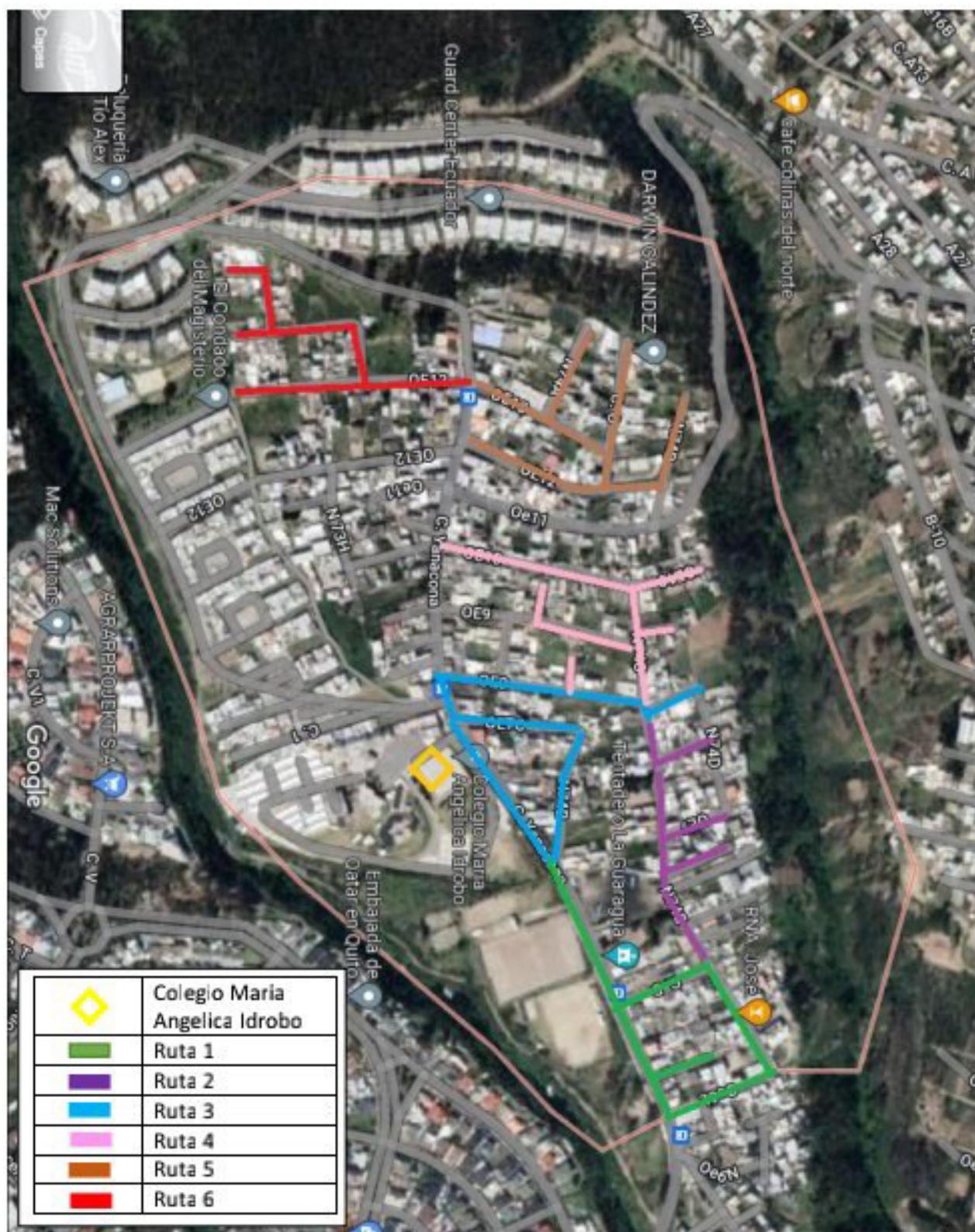
Datos Generales				
Género:	Hombre		Mujer	
Edad:				
1. ¿Vive en el Barrio San Enrique de Velasco?				
Si		No		
Nombre de la calle:				
3. Cuentas personas son en su familia:				
4. ¿En su hogar separan los residuos?				
si		no		
<i>Si la respuesta en la pregunta 4 fue NO, preguntar:</i>				
5. ¿Porque no separa los residuos?				
Falta de tiempo		Falta de interés		
No sabe cómo hacerlo				
<i>Si la respuesta en la pregunta 4 fue SI, preguntar:</i>				
5. ¿Qué clase de residuos?	Residuos inorgánicos (reciclables)		Residuos Orgánicos	
<i>Si la respuesta fue residuos orgánicos, preguntar:</i>				
6. ¿Qué hace con los residuos orgánicos separados?	Compostaje		lombricultura	
	Alimento de animales		Coloca directo en los cultivos	
	Otros:			
7. ¿Usted sabe que es el compostaje?		si		no
8. Si la Secretaría del Ambiente de Quito le proporcionaría una compostera ¿Usted estaría dispuesto a realizar compostaje en su casa?		si		no
9. ¿Dónde colocaría la compostera?	Jardin		Huerto	
	Patio		Garaje	
	No cuenta con espacio			
<i>Si la respuesta en la pregunta 8 fue NO, preguntar:</i>				
10. ¿Por qué no realizaría compostaje en su casa?				
Falta de tiempo:		Falta de interés:		Falta de espacio:
No sabe cómo hacerlo				

Falta de apoyo de los miembros de la familia:

Otros:

ANEXO IX.

Trazado de rutas



ANEXO X.

Tabla 19. Listado del estado de contacto de los usuarios de las composteras

NO	NOMBRE	Estado de contacto
1	Rolando Guilca	Contactado
2	Jenny Obando	Contactado
3	Inés Amagua	No contactado
4	Jacqueline Chiquinga	Contactado
5	Luz María Matabay / Ramiro Paz	Contactado
6	Anita Iza	No contactado
7	Carmen Valenzuela	Contactado
8	María Farinango	Indispuesto
9	Jessica Tirira	Contactado
10	Lupe Chingo	Contactado
11	Sofía Betancourt	Contactado
12	Judith Villon	Contactado
13	Gisella Pozo / Enrique Espín	Contactado
14	Liliana Chiquinga	Contactado
15	José Zambrano	Contactado
16	Ximena Oña	No contactado
17	Betty Hernández	No contactado

18	Karina Nagua	No contactado
19	Mariana Simancas	Contactado
20	Margoth Salazar	Contactado
21	Antonio Farinango	Contactado
22	Rosa Valenzuela	Contactado
23	David Tapia	Contactado
24	Fanny Morales	Indispuesto
25	Patricia Valenzuela	No contactado
26	Paola Adriana Cunalata Albuja	Indispuesto
27	María José Tapia Navarrete	Contactado
28	Ricardo Yépez	Contactado
29	Elizabeth Tapia	Contactado
30	Virgenminia Criollo	Indispuesto
31	Estefanía Sánchez	Número equivocado
32	Vicente Paspuel	Contactado
33	Patricia Salas	Indispuesto
34	Jean Pierre Jara Flores	Indispuesto
35	Zulema Armendáriz	Contactado
36	Alexandra Estrella	Contactado
37	Myriam López	Contactado
38	Cristina Cachaguay	Indispuesto

39	Judith Mejia	Contactado
40	Miriam Jaramillo	Número equivocado
41	Gabriela Verdesoto	No Contactado

ANEXO XI.

Anexo XI.a

Ruta 1



Anexo XI.b

Ruta 2



Anexo XI.c

Ruta 3



Anexo XI.d

Ruta 4



Anexo XI.e

Ruta 5



Anexo XI.f

Ruta





MANUAL DE COMPOSTAJE DOMÉSTICO 2022



1. INTRODUCCIÓN

El presente manual ha sido elaborado en el marco del proyecto “Implementación del Modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Barrio San Enrique de Velasco” para ser más específicos en el componente de gestión de residuos orgánicos.

Este manual contiene los conocimientos construidos en los procesos de compostaje implementados por los propios participantes del proyecto. La recolección de esta información se realizó mediante un seguimiento, el cual fue ejecutado por la Escuela Politécnica Nacional en colaboración con la Secretaría del Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

El objetivo principal por el cual se elaboró este manual es brindar a los usuarios un alternativa de mejora en sus procesos de compostaje. Durante este proceso, se analizaron las principales problemáticas que los aquejan y se buscaron opciones sencillas y fáciles de implementar para solucionarlas.



2. GLOSARIO

- **Degradación:** transformación o descomposición, parcial o total, de organismos de origen animal y vegetal.
- **Microorganismos aerobios:** organismos de menor tamaño que necesitan de oxígeno para vivir.
- **Aireador:** es un elemento que permite la provisión de aire en las composteras.
- **Residuos orgánicos:** son biodegradables, se descomponen naturalmente y tiene la propiedad de transformarse en en compuestos mas simples.
- **Material seco:** es materia con un porcentaje de humedad casi inexistente, la cual permite el secado de la materia orgánica hasta llegar a un porcentaje de humedad adecuado.
- **Metabolismo:** conjunto de los cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas de un microorganismo.
- **Indicador:** dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura
- **Humus:** sustancia que se crea a partir de la descomposición de materias orgánicas presentes en la capa superficial de un suelo.
- **Lixiviados:** es un líquido que percola a través de los residuos sólidos depositados y que extrae sólidos disueltos o suspendidos materiales a partir de ellos.



3. COMPOSTAJE DOMÉSTICO

3.1. Definición

Este es un proceso de degradación de materia orgánica, en el cual los residuos orgánicos domiciliarios provenientes principalmente de la cocina se transforman en compost, convirtiéndose en una fuente de nutrientes para el suelo.

3.2. Tipos de composteras utilizadas en el proyecto

3.2.1. Composteras familiares

Tienen una capacidad de 1.44 a 4.8 kg/día por familia. Se estima que el número de integrantes sea de 3 a 8 personas. Esta compostera tiene forma cilíndrica con dimensiones de: 0.50 m de diámetro en la base y 1 m de altura. Cuenta con dos compuertas rectangulares para la extracción de compost con un ancho de 0.24 m y una altura de 0.20 m (Foto 1). Adicionalmente, se encuentra equipada con un aireador, el cual es un tubo perforado colocado en el centro de la compostera.



Foto 1. Compostera familiar

3.2.2. Composteras interfamiliares

Tienen una capacidad de 4.8 a 7.2 kg/día por familia. Se estima que el número de integrantes sea de 8 a 17 personas. Esta compostera tiene la forma de un prisma cuadrangular con dimensiones de: 0.77 m de largo como de ancho y 1.11 m de altura. Cuenta con una compuerta cuadrada para la extracción de compost de 0.45 m por lado (Foto 2). Esta compostera únicamente cuenta con agujeros en las paredes para la aireación.



Foto 2. Compostera interfamiliar

3. COMPOSTAJE DOMÉSTICO

3.3. ¿Cómo elaborar el compost?

3.3.1. Componentes

El proceso de elaboración de compost tiene dos componentes principales: los residuos orgánicos, y el material seco que es utilizado como material de cobertura.



MATERIA ORGÁNICA



MATERIAL SECO

Existen materiales que por su naturaleza se degradan más rápido que otros, por ello se ha optado por realizar una clasificación de residuos orgánicos y material seco de acuerdo a su facilidad de degradación.

Tabla 1. Clasificación por tipo de degradación de residuos orgánicos.

Residuos orgánicos	
Fáciles de degradar	Difíciles de degradar
Cáscaras suaves de frutas dulces como la papaya, la manzana o el banano	Cáscaras o restos de frutas cítricas como el limón, el maracuyá o la naranja.
Hojas de verduras como lechuga, apio o col.	Cáscaras de huevos.
Cáscaras de vegetales como tomate o cebolla.	Cáscaras duras de frutas dulces como la sandía, el melón o la granadilla
Cáscaras de papas	Cáscara y corona de la piña
	Huesos de frutas como la pera, el aguacate o el melocotón

Tabla 2. Clasificación por tipo de degradación de material seco.

Material seco	
Fáciles de degradar	Difíciles de degradar
Restos de poda de césped	Aserrín
Ceniza.	Viruta.
Hojas secas	Cáscaras de frutas secas.
Maleza joven	Ramas

3. COMPOSTAJE DOMÉSTICO

3.3.2. Proceso recomendado de elaboración de compost

Paso 1. Para empezar con el compostaje, debemos preparar la base interna de la compostera, a manera de una "cama". Esta debe ser una capa de tierra de alrededor de 0.1 m de espesor y una capa de material seco de preferencia ceniza con un espesor de 0.02 a 0.03 m. Esto para composteras familiares, en el caso de tener una compostera interfamiliar se debe colocar 0.2 m de tierra y de 0.04 a 0.06 m de material seco.



Gráfico 1. "cama" de la base

Esto nos ayudará a evitar el escurrimiento de lixiviados, mantener temperatura y evitar la presencia de vectores como mosquitos.

Paso 2. Los residuos orgánicos deben ser triturados a un tamaño de 0.03 a 0.05 m (Joaquín Moreno & Raúl Moran, 2008). Esto dará tiempos de degradación más cortos. Para tener una mezcla inicial adecuada se recomienda usar los pesos ideales indicados en la sección 4.1, Tablas 3 y 4.



Foto 3. Picar restos

Se recomienda primero integrar la materia orgánica y luego el material seco, posterior a esto mezclar ambos componentes con los instrumentos y la cantidad de tiempo recomendados en el punto 4.2.



Foto 4. Colocar materia orgánica



Foto 5. Colocar material seco

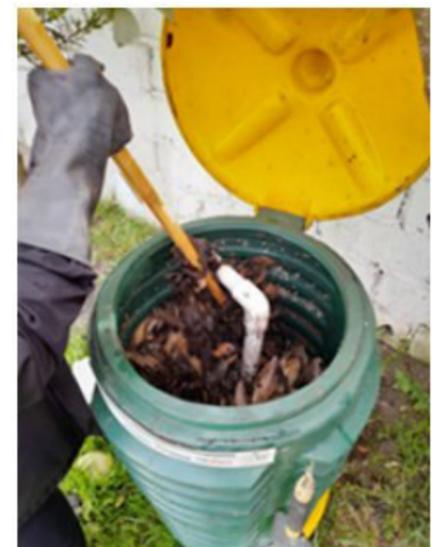


Foto 6. Mezclar el material

3. COMPOSTAJE DOMÉSTICO

Se recomienda usar materia orgánica húmeda sin ningún tipo de secado para evitar el consumo de agua.

Paso 3. Se coloca una capa de hierba, esta puede ser fresca o seca. La altura de esta capa es de unos 0.1 a 0.15 m. Su función es aislar la mezcla de vectores y evitar la disipación de calor.

Se recomienda después de 1 semana medir en la mezcla ya reposada la humedad (ver punto 4.3) y la temperatura (ver punto 4.4).



Foto 7. Capa de hierba

Paso 4. Luego de medir las variables antes mencionadas se deben tomar las acciones correctivas pertinentes, las más comunes mencionadas en el punto 6.



Paso 5. Para la siguiente carga, primero la capa de hierba se debe retirar, a continuación, se mezcla el material de la compostera de acuerdo al punto 4.2. y se repite el proceso antes mencionado.

Para la cosecha del compost se debe tener al menos un tiempo de degradación de 3 meses en estaciones cálidas y para estaciones frías de 5 a 6 meses. Este sustrato debe tener un tiempo de adaptación al medio fuera de la compostera de 10 a 15 días.

Nota:

Es importante mencionar que de toda la materia orgánica que ingresa a la compostera solo el 50% de esta se transforma en compost. Siendo la disminución de material un indicador de un buen proceso.

4. VARIABLES IMPORTANTES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

4.1. Relación C/N

Es una relación entre el contenido de carbono y de nitrógeno (C:N) en la mezcla de material seco y materia orgánica. La relación ideal de C:N para iniciar debe estar en un rango de 25:1 a 35:1. Para obtener esta relación, se presenta a continuación una tabla de pesos referenciales recomendados, dependiendo de los residuos orgánicos y material seco que utilice en la elaboración del compost.

Tabla 3. Kilogramos por semana de material seco y materia orgánica referenciales para composteras familiares.

Kg/semana Residuos de fruta y vegetales	Tipos de material seco		
	Viruta g/semana	Aserrín g/semana	Hojas secas g/semana
3 kg/semana	200 g/semana	70 g/semana	1000 g/semana
6 kg/semana	400 g/semana	100 g/semana	2000 g/semana
7 kg/semana	600 g/semana	200 g/semana	3000 g/semana

Nota: La relaciones C:N en esta tabla se encuentran en un rango de 27:1 a 34:1

Tabla 4. Kg/semana de material seco y materia orgánica referenciales para composteras interfamiliares

Kg/semana Residuos de fruta y vegetales	Tipos de material seco		
	Viruta g/semana	Aserrín g/semana	Hojas secas g/semana
8 kg/semana	700 g/semana	200 g/semana	4000 g/semana
12 kg/semana	1000 g/semana	300 g/semana	5000 g/semana
15 kg/semana	2000 g/semana	400 g/semana	7000 g/semana

Nota: La relaciones C:N en esta tabla se encuentran en un rango de 28:1 a 30:1

4. VARIABLES IMPORTANTES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

4.2. Aireación

Este factor está relacionado con la cantidad de oxígeno adecuada para el desarrollo metabólico y el control de temperatura, ya que al mezclar se da la salida de aire caliente y el ingreso de aire frío (Moreno & Moral, 2008).

4.2.1. Frecuencia ideal de mezclado

Se recomienda que como mínimo se tenga una frecuencia de mezclado de una vez por semana, independientemente del tipo de compostera que se tenga. Sin embargo, el tiempo de mezclado varía según el peso de mezcla ya existente en la compostera (residuos más material seco), para ello se ha realizado una tabla con pesos y tiempos de referencia de duración del mezclado (ver tabla 5).

Tabla 5. Tiempos de mezclado referenciales

Peso de la mezcla en la compostera (kg)	Tiempo de mezclado (min)
2	10
4	20
6	30
8	40
10	50

4.2.2. Instrumentos ideales para el mezclado

Se recomienda usar rastrillos u horcas de jardinería (ver foto 8) ya que estas por sus picos agarran el material y el operador los eleva, luego los deja caer y repite el proceso varias veces. Esto permite la entrada de aire a toda la mezcla.



Foto 8. Instrumentos de mezclado

4. VARIABLES IMPORTANTES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

4.3. Humedad

La cantidad de agua en el proceso es importante ya que los microorganismos se dispersan en la mezcla por el flujo de agua, por lo tanto, la concentración óptima de esta se encuentra entre 40% y 60% (Barrena, 2006; Olives & Alvaro, 2013). Sin embargo, concentraciones altas generan putrefacción y concentraciones bajas hacen lenta la degradación (Barrena, 2006).

4.3.1. Medición de humedad

El método que se recomienda se denomina la técnica del puño, y es fácil de aplicar. Este consiste en tomar un puñado de la mezcla ya existente en la compostera, luego se la aprieta por 30 segundos, al terminar este tiempo se abre la mano y se observa que sucede.

- Si la mezcla tomada se agrieta o cuartea es porque la humedad es baja.
- Si la mezcla se compacta y no escurre es porque la humedad está en el rango deseado.
- Si la mezcla escurre agua al apretarla, la humedad es alta.



Foto 9 y 10. Humedad media (correcta en compostaje)



Foto 11. Humedad alta



Foto 12 y 13. humedad baja

4.4. Temperatura

Este es un factor considerado como indicador del proceso, ya que con su medición se sabe si se desarrolla correctamente o no la degradación. La temperatura máxima que se aspira en la zona del Distrito Metropolitano de Quito, se halla en un rango de 30 a 52°C, dada las condiciones de temperatura ambiental especialmente en las zonas altas cuyo promedio es 40°C.

4. VARIABLES IMPORTANTES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

4.4.1. Medición de temperatura

Esta medición se debe realizar en el punto medio de la mezcla a los 2 o 3 días de haber cargado la compostera, ya que en este tiempo se debe dar el aumento de temperatura. El instrumento a usar es el geotermómetro (ver foto 14) el cual solo se introduce en la mezcla y se lee la temperatura marcada. Al tener temperaturas bajas los microorganismos no trabajaran y la degradación se suspenderá.



Foto 14. geotermómetro

4.5. Olor

Es una cualidad organoléptica la cual funciona como indicador, al igual que la temperatura nos alerta de un mal proceso de degradación.

4.5.1. Relación entre olor y estado de la compostera

- Olor a podrido: Se origina cuando en la compostera la humedad es alta o la aireación que se le da no es suficiente.
- Olor a fermento: La causa principal es el exceso de azúcares o carbohidratos los cuales aparecen en frutas, vegetales o harinas.
- Olor a tierra húmeda: El proceso no presenta problemas.



5. COMPOST

5.1. Definición

Es un tipo de abono el cual es rico en humus, que es un componente esencial en la fertilidad de los suelos (Docampo, 2013). Este es el resultado final del proceso de compostaje, el cual debe ser suelto como la tierra y tener un color Marrón oscuro (Soliva & López, 2004).

5.2. Parámetros de control

5.2.1. Color

Se considera parámetro de control, ya que al pasarlo por un tamiz de 0.2 m o únicamente retirar el material grueso, el único color distinguible debe ser el marrón claro u oscuro (Ver foto 15).



Foto 15. Compost de 5 meses

5.2.2. Humedad

Este factor debe encontrarse entre 30 y 40%, ya que se debe perder masa de agua por el metabolismo de los microorganismos (Hoyos et al., 2010).

Medición de humedad

Se realiza la misma técnica antes mencionada en el punto 4.3.1. La variación es tomar un puñado de compost.

- Si la mezcla tomada se agrieta o cuartea es porque la humedad está en el rango deseado.
- Si la mezcla se compacta y/o escurre es porque la humedad es alta.



Fotos 16 y 17. Humedad media



Fotos 18 y 19. Humedad baja (correcta en compost)

5.3. Usos del compost

Este es usado comúnmente en la reparación y acondicionamiento del suelo. Dentro de los beneficios que este presta se encuentran la neutralización del pH, la desinfección del suelo ya que por las altas temperaturas los microorganismos patógenos y semillas de mala hierba mueren. Además, brinda la capacidad de biodegradar restos de plaguicidas. El aporte de ácidos húmicos nutre al suelo y este termina teniendo un manejo del agua más sostenible (Soto & Muñoz, 2002).

Para colocar el compost en el suelo se debe levantar la tierra con una pala e ingresar 500 gramos de compost por cada m² de terreno, luego se procede a mezclar la tierra con el compost.

6. PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Dentro del proceso de elaboración de compost se puede presentar algunas situaciones, las cuales generen problemas, en muchos casos estos se pueden solucionar de forma sencilla. A continuación se enlistan los mas comunes:

Problema	Posible causa	Solución
Presencia de mosquitos	Humedad alta	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar de material seco: ceniza. • Colocar una capa de hierba en la parte superior de 0.1 m de espesor. • No colocar plástico dentro de la compostera como un recubrimiento de la parte superior.
La temperatura no aumenta (25 O 30°C)	Humedad baja	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar agua y realizar la prueba del puño para cerciorarse.
	Falta de residuos orgánico y material seco, dejando espacio para que el calor se disipe	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir llenando la compostera al menos 2/3 de su altura; y mantenerla cubierta por un plástico, esto de forma externa.
Olor a podrido	Falta de aire	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclar con el tiempo y el instrumento adecuado para la carga de su compostera (ver el punto 4.2.).
Olor a fermentado	Por exceso de restos de frutas	Colocar material verde como hierba, restos de poda de pasto, entre otros.
Escurrimiento de lixiviados en la parte inferior	Humedad alta	<ul style="list-style-type: none"> • Sacar la mezcla de la compostera y extenderla en el suelo para que se seque con ayuda del sol. • Colocar material seco (de cobertura) y mezclar con el tiempo y el instrumento adecuado para la carga de su compostera (ver el punto 4.2.). • Mantener la compostera bajo techo en épocas de lluvia.



COLABORACIÓN ENTRE LA
ESCUELA POLITÉCNICA
NACIONAL Y LA SECRETARÍA
DEL AMBIENTE DEL DMQ

CREADO POR: CARLA NARANJO

REVISADO POR:
DRA. VERÓNICA MORALES C.
ING. JAVIER JARRIN

Secretaría de
AMBIENTE
grande otra vez

