

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS  
PARA EL DISEÑO DE COMPOSTERAS DOMICILIARIAS –  
DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autora:

Valeria Juarez Saavedra

Asesor:

Dr. Fernando Ugaz Odar

Trujillo - Perú

2021

## DEDICATORIA

Para Valeria del 2015  
A Fany, mi inspiración de mujer, esto es para ti con todo el amor del mundo.  
A todas las personas que sueñan por un mundo mejor.

## AGRADECIMIENTO

A Dana y Diego por su apoyo intelectual y emocional durante este proceso  
A mi asesor, Dr. Fernando Ugaz Odar por dedicarme su tiempo y sus conocimientos en  
esta investigación  
A Wilder, por siempre impulsarme hacia adelante y exigirme a dar lo mejor de mí  
A Luna por su compañía

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	33
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	63
REFERENCIAS .....	72
ANEXOS.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición física de las viviendas del Centro Poblado de Santo Tomas. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de residuos sólidos orgánicos domiciliarios de las viviendas en la zona ZV-5 cercado de Lima. ....	22
<b>Tabla 3.</b> Residuos orgánicos valorados en la producción de compost.....	24
<b>Tabla 4.</b> Composición Química y Biológica de los Residuos Sólidos en la Región Costa. ....	38
<b>Tabla 5.</b> Composición Química y Biológica de los Residuos Sólidos en la Región Sierra. ....	39
<b>Tabla 6.</b> Composición Química y Biológica de los Residuos Sólidos en la Región Selva.	40
<b>Tabla 7.</b> Viviendas muestreadas en el ECRS en el Distrito de Víctor Larco. ....	42
<b>Tabla 8.</b> Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios en Víctor Larco. ....	43
<b>Tabla 9.</b> Cumplimiento del PDMRS del distrito de VLH frente a la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. ....	46
<b>Tabla 10.</b> <i>Codificación de las preguntas de la encuesta.</i> .....	48
<b>Tabla 11.</b> Alternativas de respuestas a las preguntas de la encuesta.....	49
<b>Tabla 12.</b> Características del prototipo de compostera casera para la segregación de residuos sólidos domésticos orgánicos. ....	62
<b>Tabla 13.</b> Tipos de compostaje según su tamaño.....	82
<b>Tabla 14.</b> Rangos ideales de oxígeno. ....	86
<b>Tabla 15.</b> Rangos ideales de Humedad. ....	87
<b>Tabla 16.</b> Tabla de control de la temperatura. ....	88
<b>Tabla 17.</b> Parámetros de pH óptimos. ....	89

<b>Tabla 18.</b> Relación C:N.....	90
<b>Tabla 19.</b> Control del tamaño de la partícula.....	91
<b>Tabla 20.</b> Ventajas y desventajas de la compostera vertical.....	93
<b>Tabla 21.</b> Ventajas y desventajas de la compostera horizontal. ....	94
<b>Tabla 22.</b> Alimentos y/o materiales que pueden o no ingresar a la compostera.....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Composición de residuos sólidos de viviendas de la ciudad de Íllimo .....	16
<b>Figura 2.</b> Esquema del modelo de mejora continua con la estrategia del corto plazo. ....	20
<b>Figura 3.</b> Fases del compostaje,.....	27
<b>Figura 4.</b> Número de personas que viven en un hogar en el distrito de Víctor Larco Herrera.....	50
<b>Figura 5.</b> Tipo de vivienda que habita los pobladores del distrito VLH .....	50
<b>Figura 6.</b> Cantidad aproximada (kg) de basura generan en su hogar diariamente los habitantes del distrito de VLH.....	51
<b>Figura 7.</b> Número de habitantes del distrito VLH que en su hogar separan y/o reciclan los residuos sólidos generados.....	51
<b>Figura 8.</b> Tipo de envase/recipiente/tacho tiene la basura en su casa los pobladores de VLH. ....	52
<b>Figura 9.</b> El residuo sólido que se genera en mayor cantidad en los hogares de los habitantes de VLH. ....	52
<b>Figura 10.</b> Número de personas cuyos residuos que entregan en su hogar al camión compactador de basura, son una mezcla de residuos orgánicos (restos de alimentos) e inorgánicos (papeles, vidrios, plásticos, latas, etc. ....	53
<b>Figura 11.</b> La opinión de los habitantes de VLH sobre la disposición que le dan a los residuos sólidos domiciliarios en sus hogares. ....	54
<b>Figura 12.</b> La opinión que tienen los habitantes de VLH respecto a la gestión de residuos sólidos domésticos que tiene actualmente la municipalidad. ....	54
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de personas que tienen conocimiento sobre el proceso de compostaje.....	55

<b>Figura 14.</b> Porcentaje de personas que al saber el significado del proceso de compostaje estarían dispuestos a realizarlo en su hogar.....	55
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de personas que estaría dispuesto a adquirir una compostera diseñada especialmente para su hogar y así facilitar este proceso.....	56
<b>Figura 16.</b> Los motivos de las personas que con respecto a la pregunta anterior la respuesta fue no.....	56
<b>Figura 17.</b> El precio que estarían dispuestos a pagar por adquirir una compostera las personas cuya respuesta a la pregunta 12 fue Si.....	57
<b>Figura 18.</b> Porcentaje de personas que tienen conocimiento que el distrito de Víctor Larco cuenta con un nuevo Plan distrital de Manejo de residuos sólidos, en el cual una de las metas propuestas es disponer programas de valoración para los residuos orgánicos. ....	57
<b>Figura 19.</b> Porcentaje de personas que consideran que, en los últimos años, la Municipalidad distrital de Víctor Larco, ha tenido mejoras en el manejo de residuos sólidos domiciliarios, de manera más puntual con respecto a los residuos orgánicos y/o comportables.....	58
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de personas que estarían dispuestos a adquirir un servicio privado que se encargue de la recolección, tratamiento y revalorización de los residuos sólidos en su hogar. ....	59
<b>Figura 21.</b> <i>Porcentaje de personas que considera que el uso de composteras en los hogares para la disposición y tratamiento de los RSD orgánicos generaría un impacto ambiental positivo y un mejoramiento en la gestión y manejo de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad.</i> .....	59
<b>Figura 22.</b> Prototipo de compostera casero vertical.....	61
<b>Figura 23.</b> Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje .....	84



<b>Figura 24.</b> Fotografía de pilas de compostaje.....	92
<b>Figura 25.</b> <i>Ilustración de compostera vertical.</i> .....	93
<b>Figura 26.</b> Ilustración de compostera vertical. ....	94
<b>Figura 27.</b> Partes de la compostera. ....	102
<b>Figura 28.</b> Vista transversal exterior. ....	103
<b>Figura 29.</b> Vista inferior. ....	103
<b>Figura 30.</b> Vista transversal interior.....	104
<b>Figura 31.</b> Vista transversal lateral mostrando el recipiente. ....	104
<b>Figura 32.</b> Proceso de descomposición de material compostable en compostera. ....	108
<b>Figura 33.</b> Tiras indicadoras de pH.....	110

## RESUMEN

La presente investigación es de carácter descriptivo. Además, tiene como principal objetivo realizar un diseño de compostera casera para la segregación de Residuos Sólidos Domésticos (RSD) de tipo orgánicos en el distrito de Víctor Larco Herrera. Por otro lado, el estudio busca determinar las características químicas y biológica de los residuos sólidos domésticos de diferentes partes del Perú, por medio del análisis de diversas fuentes bibliográficas y estudios de caracterización de los RSD en las tres regiones del país. Paralelamente, se efectuó una encuesta a los habitantes del distrito de Víctor Larco Herrera, para conocer sus hábitos de segregación y disposición de los RSD en sus hogares; así como su opinión con respecto a la actual gestión de los RSD que lleva a cabo la Municipalidad, para comparar la realidad plasmada en los estudios, con lo señalado en La ley de Gestión Integral de residuos y el Plan distrital de Manejo de Residuos.

Finalmente, el estudio concluyó en el diseño de una compostera casera de tipo vertical continúa utilizando el método Takakura, cuyo prototipo se puede implementar en los hogares y de diferentes tamaños para tratar sus RSD orgánicos. Puesto que, por medio del estudio se pudo confirmar que más del 50% del total de RSD generados en los hogares del distrito de Víctor Larco Herrera (VLH) y del Perú son orgánicos y compostables. Finalmente, se determinó que la gestión de manejo de RSD del distrito y de las diferentes ciudades en las 3 regiones del país, no cumplen con las exigencias de las presentes leyes.

**Palabras claves:** compostera, residuos orgánicos, gestión de residuos, residuos sólidos domiciliarios.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Uno de los problemas ambientales más importantes actualmente, es la acumulación de grandes cantidades de basura alrededor del mundo, cuya mala gestión está perjudicando no solo a los desafíos que plantea el cambio climático; sino también, pone en riesgo la salud humana y los entornos locales que las personas habitan. Por otro lado, el mayor porcentaje de los desechos que se botan a la basura, son de origen orgánico, los cuales con los medios correctos de segregación y un proceso de compostaje, pueden ser convertidos en abono natural y así disminuir los residuos que se generan en los hogares; por consecuencia, en la ciudad. Sin embargo, esto en la práctica no suele suceder, ya sea por falta de tiempo, o la ausencia de conocimiento y facilidades para una correcta segregación de dichos residuos, pero sobre todo la falta de políticas ambientales que favorezcan el tratamiento de estos, convirtiéndolos así en una problemática que solamente empeora con los años. Un informe realizado por el Banco Mundial (2018), alerta que los residuos sólidos que cada día sacamos de nuestras casas al contenedor se duplicarán en el año 2025 y para el 2050, crecerán un 70%, a menos que se adopten medidas urgentes.

Por otro lado, señala que Asia del Este y Pacífico, es la región que más desperdicios genera a nivel global. En 2016 generó 468 millones de toneladas, un promedio de 0.56 kg. per cápita por día. De los cuales el 53% de estos desperdicios están compuestos por comida y residuos verdes. (Banco Mundial, 2018).

En Latinoamérica, Roberto Jijón, ingeniero ambiental y catedrático universitario, señala que en Quito (Ecuador), se genera cada día 2 000 toneladas de basura. De las cuales el 98% va a parar al relleno sanitario; a pesar de que, según el Municipio, un 57% de los residuos sólidos que genera una familia es orgánico y se pueden reutilizar. Según Jijón, esas cifras reflejan

una falta de conciencia por parte de la gente, no solo con el dinero de la ciudad: al año se gastan en promedio USD 18,5 millones solo en disposición técnica de residuos domésticos, sino con el ambiente, por el impacto de enterrar los desperdicios. (Diario El Comercio, 2018)

Del mismo modo, en el Perú se producen cerca de 23,000 toneladas de basura diaria y solamente el 15% se logra reciclar. Según datos de la ONG Ciudad Saludable, el 55% de los residuos sólidos es materia orgánica, y el 29% es aprovechable; papel, cartón, plástico, etc. Sin embargo, en muchos de los casos, ese material aprovechable termina en el mar. Jacobo Escrivá, jefe de la Unidad de Negocios de Reciclado de San Miguel Industrias PET, señala que, otro dato preocupante es que en el Perú únicamente existen 12 rellenos sanitarios autorizados, por lo que cerca el 90% de la basura termina en botaderos informales, de los cuales se estima que hay aproximadamente 1850 (Diario Gestión, 2017). Asimismo, la falta segregación de residuos domiciliarios en Trujillo, y la adecuada disposición de estos, también se suma el problema del relleno sanitario en el centro poblado El Milagro, que ha colapsado y que se convierte en un punto de gran contaminación para la ciudad (Diario El Correo, 2019). A pesar de que; especialistas aseguran que, el botadero de El Milagro, en Trujillo (La Libertad), cumplió su ciclo de vida útil en el 2016. En este espacio de 58 hectáreas de extensión, todos los días se arrojan mil toneladas de residuos sólidos que se generan en nueve de los 11 distritos que forman esta provincia. Este botadero funciona desde hace unos 25 años, cuando Trujillo tenía una población de aproximadamente 500 mil habitantes y cada persona generaba 600 gramos de residuos al día. Hoy, la capital liberteña, según el último censo, tiene una población de 928 mil habitantes; es decir, casi el doble y cada uno genera, al menos, un kilo de basura diariamente (El Comercio, 2018).

Por lo tanto, la actual investigación tiene como finalidad formular un diseño de una compostera a partir de la materia orgánica obtenida de los RSD, así como determinar la

composición química y biológica de la materia orgánica (MO) a partir de dichos residuos y compararla con los reglamentos de tratamiento de residuos sólidos, para así entender el panorama actual de la gestión de los RSD en las diferentes ciudades de las tres regiones del Perú, y verificar si se está dando de manera adecuada o no. Para finalmente, diseñar una propuesta de compostaje de los RSD en donde se pueda valorizar los residuos de MO de una forma sostenible, económica y acorde a la realidad de los hogares Trujillanos. A continuación, se citan algunos trabajos relacionados con el tema de investigación ya mencionada.

La investigación realizada por Córdova, (2015) cuyo objetivo fue, proponer un modelo de gestión con enfoque participativo, para la adecuada gestión de residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pocollay, en Tacna. En el cual concluyó que, él componente mayoritario de los RSD del Distrito de Pocollay, es la materia prima orgánica con un 43,9 %, y los componentes reciclables de botellas vacías de plástico 2,88%, cartón con 2,47 %, un 10,06% de papel higiénico, servilletas y pañales. Por otro lado, concluye que la densidad promedio de los RSD es de 109,51 Kg/m<sup>3</sup>; el parámetro promedio de humedad es de 45,45%; el promedio de la ceniza es de 81,33%. Además, presenta una propuesta para la gestión del manejo adecuado de RSD, donde señala que, para un buen desarrollo de dicha gestión, se deben seguir los siguientes lineamientos de políticas: Educación sanitaria y ambiental, Descentralización, Información y vigilancia, Participación ciudadana, Valorización de los residuos aprovechables y un Análisis de mercado, así como la constante sensibilización y capacitación al personal encargado. Este trabajo es importante porque nos brinda la caracterización y composición de los RSD; del mismo modo, nos brinda información crucial para elaborar un diseño de gestión de los RSD, tomando en cuenta su composición, y las fases que conlleva el manejo adecuado de dichos residuos.

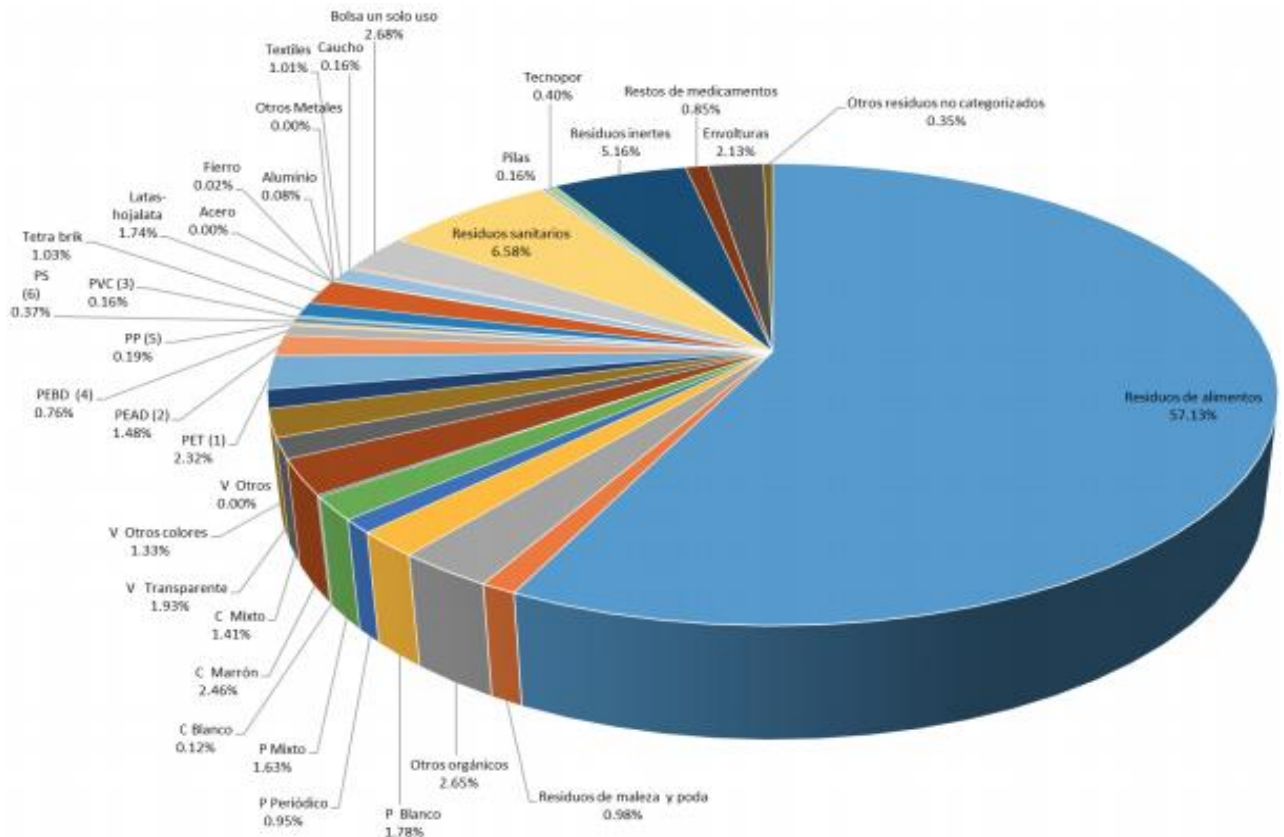
Según el estudio realizado por, la Municipalidad Provincial de Trujillo y el SEGAT (2019), cuya finalidad fue realizar un Estudio de Caracterización de RSM del distrito de Trujillo, usando una zonificación de este. Este estudio brinda información cuantitativa y cualitativa bastante relevante sobre los residuos sólidos domiciliarios. Uno de los datos cuantitativos más importante que brinda, es la generación per-cápita de RSD, la cual es de 0.559 kg/hab./día; lo que, de acuerdo a la población proyectada en el año 2019, da como resultado una generación de 178.381 Tn/día de RSD. Además, indica que la densidad promedio de los RSD es de 291.10 kg/m<sup>3</sup>, la cual supera a la del año 2016, probablemente debido al aumento del consumo de alimentos y bebidas envasadas. Por otro lado, también presenta información cualitativa de suma importancia; señala que, la composición física de los residuos domiciliarios, el 94.02% pueden ser aprovechable (23.38% son residuos sólidos inorgánicos aprovechables como papel, cartón, vidrio, plástico, tetra brik, metales, textiles y caucho; y el 70.06 % son residuos orgánicos los cuales pueden ser aprovechados para la obtención de abono orgánico, compost, energías renovables); sin embargo, el 6 % son residuos no aprovechables debido a su peligrosidad como: pilas, RAEE y residuos de medicina, etc.; residuos sanitarios; residuos inertes, Tecnopor o similares, bolsas de plástico de un solo uso, envolturas snack, polvo, tierras, etc. Este estudio es muy importante porque, nos brinda información base para poder elaborar un sistema integrado de manejo de residuos sólidos domiciliarios y diseñar una propuesta para mejorar la gestión de los mismos.

Según el estudio realizado por Nuñez (2016) cuyo objetivo fue describir la gestión de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Boca Colorado del Distrito de Madre de Dios, en la Provincia de Manu, de la Región Madre de Dios. El trabajo fue de diseño no

experimental de tipo descriptivo, el método utilizado fue deductivo- inductivo. Con ello se ejecutó un análisis estadístico multivariado de una muestra de 89 individuos, previamente obtenida mediante una fórmula estadística. De dicho análisis se pudo concluir que, el 55% de los habitantes generan en sus domicilios residuos sólidos de origen orgánico y el 45% de origen inorgánico. Por otro lado, mediante la encuesta, también se pudo determinar que los pobladores de la localidad de boca colorado, no tienen una actitud adecuada hacia la gestión de residuos sólidos domiciliarios; asimismo, carecen de una gestión correcta y además desconocen la forma apropiada y correcta de gestionar sus residuos sólidos. Esta búsqueda nos permitió ampliar el panorama hacia otras regiones del país y comparar su gestión de residuos con nuestra ciudad de Trujillo, para concluir que; así como en Trujillo, la gestión de residuos sólidos domiciliarios es deplorable, desorganizada y carece de un verdadero compromiso por parte de la población y las autoridades.

La investigación de Pérez, (2019), tuvo como finalidad generar una propuesta de valoración orgánica basándose en la caracterización de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Íllimo en Chiclayo , la investigación fue de tipo descriptiva de diseño no experimental. Además, tuvo como objetivo plantear alternativas de minimización y reducción de volúmenes de residuos sólidos que se disponen al botadero. El proceso incluyó el análisis de generación per cápita de residuos sólidos como un indicador que determina los hábitos de consumo de la población, así como el volumen generado por la población usuaria. Así mismo, se realizó una encuesta, cuya finalidad fue el poder conocer la situación actual del manejo de los residuos sólidos orgánicos en dicha población. De dicha investigación, se pudo concluir que Íllimo tiene una generación per cápita de 0.44 kg/hab/día, produciendo un total de, 2314 kg/día de residuos sólidos, de los cuales, según el 57.13% de la composición

física de los residuos que indica es materia orgánica (alimentos), vendrían a ser 1322 kg/día de residuos sólidos orgánicos generados en el distrito.



**Figura 1.** Composición de residuos sólidos de viviendas de la ciudad de Ilimo

*Nota.* Se muestra la composición de residuos sólidos de las viviendas de Ilimo. Fuente: Perez, 2019

Según el estudio de Sabina (2016), el cual tuvo como objetivo ejecutar un estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios del Centro Poblado de Santo Tomas en la ciudad de Iquitos . La investigación fue de tipo descriptiva no experimental.Los resultados de la separación y analisis de los residuos sólidos domiciliarios se muestran en la Tabla 1.



**Tabla 1**

*Composición física de las viviendas del Centro Poblado de Santo Tomas.*

<b>Tipos de Residuos</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	<b>94.86</b>
<b>RESIDUOS ORGÁNICOS</b>	<b>82.2</b>
<b>RESIDUOS NO ORGÁNICOS</b>	<b>12.66</b>
PAPEL	1.05
papel blanco	0.27
papel periódico	0.40
papel mixto	0.38
CARTÓN	1.93
cartón marrón	1.93
VIDRIO (Botellas)	1.93
vidrio blanco	1.23
vidrio marrón	0.70
PLÁSTICO	1.96
PET (1)	0.30
PEAD (2)	0.26
PVC (3)	0.20
PEBD (4)	0.40
PP (5)	0.25
PS (6)	0.35
ABS (7)	0.20
METALES	5.27
<b>Tipos de Residuos</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
Fierro	1.05
Cobre (Cables)	1.22
Aluminio (Latas)	1.40

MADERA	0.35
TEXTILES	2.46
OTROS	5.25
Tetra pack	0.18
Tecnopor	2.99
Tierra o Similares	0
Porcelana	0
Malezas	0
Costales	0
Esponjas	0
Vidrio plano y rotos	0.50
Nylon	0
Sandalias (Espuma de Poluretano)	0
Sintético (zapatillas)	1.58
Otros, plumas	0
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	<b>5.14</b>
PILAS	0
PAPEL HIGÉNICOS	3
PAÑAL	2.14
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

*Nota.* Se muestran los resultados del tipo y cantidad de residuos domésticos en el estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios del Centro Poblado de Santo Tomas (Sabina, 2016)

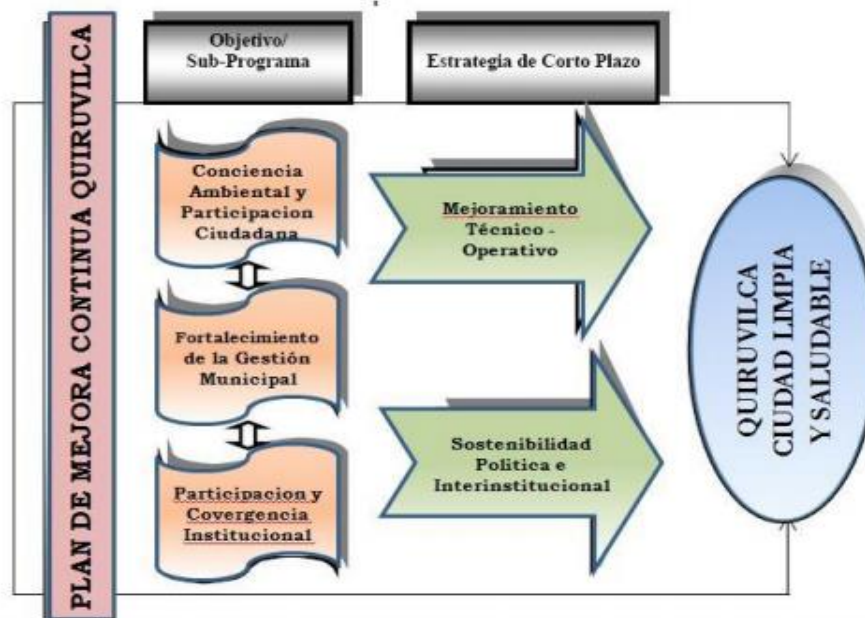
Estos resultados mostraron que composición física de los residuos sólidos domiciliarios la materia orgánica es del más alto porcentaje con el 82.20% y el inorgánico representa 12.66% y se resalta el incremento de residuos peligrosos con un porcentaje de 5.14%. Por otro lado, el diagnóstico realizado en el centro poblado de Santo Tomas exhibe, entre otros, problemáticas sociales como la falta de conocimiento sobre el tema de residuos sólidos generados a nivel individual y en el hogar, y gubernamentales como la carencia de

instrumentos económicos, jurídicos y de promoción que motivan y promuevan la participación ciudadana en procesos de separación y reciclaje de los residuos sólidos.

La investigación realizada por Carranza (2011) , tuvo como resultado un estudio de caracterización de residuos sólidos domésticos , el cual concluyó que el 6,32% de los RSD son residuos inorgánicos. El 7,59% , corresponde a residuos orgánicos y el 86,10% de residuos corresponde mayormente a cenizas. Del mismo modo, se concluyó que, las municipalidades no cuentan con funcionarios que tengan el conocimiento adecuado sobre gestión de residuos; así como, tampoco cuenta con una unidad orgánica cuya función este orientada al servicio de limpieza pública y medio ambiente.

Por otro lado, en la propuesta de un sistema de gestión integral de residuos domiciliarios mediante un modelo de mejora continua en el distrito de Quiruvilca, se definen tres componentes básicos que debe contar todo instrumento de gestión de residuos sólidos: Conciencia ambiental y Participación ciudadana, Fortalecimiento de la gestión municipal y Participación y convergencia institucional. Esta investigación es pertinente , porque nos recalca que es necesario el diversificar las tecnologías de manejo de residuos sólidos. Además, asegura que la combinación de tecnologías de manejo de los residuos sólidos con acciones de aprovechamiento de los residuos reciclables, tiene la potencialidad de favorecer no solamente al mejoramiento del paisaje y evitar la contaminación; sino también a la educación, la salud, la alimentación y la economía de los pobladores creando oportunidades de empleo en la agricultura y el comercio. Asimismo, concluye que el almacenamiento y

recolección de residuos sólidos debe realizarse optimizando los esquemas actuales (mejorar rutas, recolección selectiva, recolección no convencional en zonas de difícil acceso etc.)



**Figura 2.** Esquema del modelo de mejora continua con la estrategia del corto plazo.

*Nota.* La figura muestra el esquema del plan de mejora continua de Quiruvilca. Fuente: Carranza, 2011

Mamani (2014), realizó una investigación que tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de la situación técnica y social en la generación, recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Huancané (Puno), así como caracterizar los residuos sólidos generados y plantear una propuesta de plan de manejo de residuos sólidos. El estudio, concluyó en que, La Municipalidad provincial de Huancané tiene dispuesto 4 puntos de acopio temporal de residuos sólidos sin contenedor, además existen lugares donde se vierte los residuos producto de la recolección con buguis de la limpieza pública; dichos lugares no tienen las condiciones mínimas indispensables para operar como puntos de acopio. Por otro lado, el estudio también dio a conocer que una vez más, que la carencia de educación ambiental juega en contra al momento en que la población dispone de sus residuos, puesto que, los depositan en lugares clandestinos en más de 10 puntos de la ciudad,

convirtiéndose estos en focos de contaminación. Otro dato importante que muestra el estudio, es la producción per cápita de residuos sólidos en la ciudad de Huancané, la cual es de 0.283 kg/hab/día, haciendo un total de 2.13 Ton/día de residuos sólidos domiciliarias, lo que significa que al año se produce 777.22 Ton/año, de las cual el 77,87% son residuos orgánicos. Finalmente, el estudio propone que el plan manejo de RSD en la ciudad de Huancané, debe estar basada en el proceso de la gestión de los mismos; además, señala como componentes básicos los siguientes procedimientos : almacenamiento, recolección, transporte, clasificación, y disposición final – relleno sanitario. Así mismo, comprende el planeamiento, diseño, construcción, operación y evaluación.

La investigación realizada por Nauto (2019), la cual tuvo como objetivo evaluar la implementación de composteras en viviendas en la zona ZV-5 cercado de Lima; así como, realizar una caracterización de los residuos generados en dichas viviendas y cuantificar el grado de asimilación de la práctica de compostaje domiciliario en la zona. Dicha investigación, fue de tipo descriptiva, con un diseño no experimental. La cual concluyó en que la implementación de composteras y la capacitación del uso de las mismas benefició a más de 50 familias, las cuales compostan sus RSD y además comparten su experiencia y recomendaciones. Por otro lado, con el estudio de caracterización se obtuvo la cantidad de residuos orgánicos pesados en total durante los 7 días de 15 viviendas representativas seleccionadas en la zona ZV-5 de cercado de Lima, un total de 332,79 kg, teniendo 28 tipos de residuos sólidos orgánicos domésticos, siendo el de mayor cantidad, la cáscara de papa con 7.29 %, seguido por la cáscara de plátano con un 5.81% y en menor cantidad es de restos de café pasado con un 1.61 %. Finalmente, el grado de asimilación de la práctica del compostaje domiciliario por los vecinos de la zona ZV-5 cercado de Lima, fue casi en su

totalidad 98% solo dos participantes mencionaron que no tenían tiempo y espacio; y los pesos de los residuos valorados fueron los siguientes: residuos orgánicos (fruta y verduras) 2236.65 kg. Seguida por residuos orgánicos secos 714.1 kg. Y 1033.3 de compost. Esta investigación es de suma importancia porque nos muestra que la implementación de composteras domiciliarias tiene resultados positivos en las viviendas que se aplican, tanto como en concientización ambiental como en el tratamiento de los RSD y la revalorización de estos por medio del compost.

**Tabla 2.**

*Cantidad de residuos sólidos orgánicos domiciliarios de las viviendas en la zona ZV-5 cercano de Lima.*

<b>Componentes</b>	<b>Peso·(Kg)</b>	<b>%</b>
cáscara de arveja	13.09	4.02%
cáscara de cebolla	12.74	3.91%
cáscara de huevo	9.74	2.99%
cáscara de limón	14.72	4.52%
cáscara de palta	16.41	5.04%
cáscara de camote	12.05	3.70%
cáscara de sandia	15.02	4.61%
cáscara de papa	23.76	7.29%
cáscara de plátano	18.94	5.81%
<b>Componentes</b>	<b>Peso·(Kg)</b>	<b>%</b>
cáscara de yuca	13.6	4.17%

cáscara de pepino	12.4	3.81%
cáscara de zanahoria	16.41	5.04%
cáscara de mango	8.43	2.59%
cáscara de ajo	5.45	1.67%
hojas y tallos de coliflor	10.4	3.19%
hojas de albahaca	7.41	2.27%
hojas de choclo	13.26	4.07%
hojas de culantro	9.41	2.89%
hojas de lechuga	10.57	3.24%
hojas de espinaca	12.06	3.70%
restos de café	5.24	1.61%
cáscara de mandarina	10.09	3.10%
cáscara de papaya	15.3	4.70%
cáscara de granadilla	12.74	3.91%
cáscara de betarraga	6.4	1.96%
cáscara de haba	14.06	4.32%
cáscara de mandarina	8.91	2.73%
<b>Total</b>	<b>325.79</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* Implementación de composteras en vivienda a partir de residuos orgánicos generados en domicilio en zona ZV-5 de mercado de Lima (2019)

**Tabla 3.**

*Residuos orgánicos valorados en la producción de compost*

MES	RESIDUOS ORGÁNICOS VALORIZADOS (kg)	RESIDUOS ORGÁNICOS SECOS VALORIZADOS (kg)	COMPOST OBTENIDO (kg)
Abril	217.25	68.7	0
Mayo	330.6	91	0
Junio	606.3	146.3	514.8
Julio	170	49.9	14
Agosto	239	78.05	32
Septiembre	312	105.55	222.5
Octubre	360.5	174.6	250
<b>TOTAL</b>	<b>2235.65</b>	<b>714.1</b>	<b>1033.3</b>

*Nota.* Implementación de composteras en vivienda a partir de residuos orgánicos generados en domicilio en zona ZV-5 de cercado de Lima (2019)

Según el estudio de la Municipalidad distrital de Víctor Larco Herrera (2019), el cual tuvo como objetivo realizar la caracterización de los residuos sólidos de la Municipalidad Distrital de Víctor Larco Herrera – VLH, así como determinar la cantidad de residuos sólidos que generan las viviendas. El cual concluyó que, la GPC domiciliaria validada del distrito de Víctor Larco es de 0.68Kg/hab./día, obteniendo como resultado promedio de generación municipal 48.93 ton/día (sumando residuos domiciliarios y no domiciliario). Además, respecto a la composición física de los residuos domiciliarios, se dio a conocer que; el 91.07% pueden ser aprovechable (33.14% son residuos sólidos inorgánicos aprovechables como papel, cartón, vidrio, plástico, tetra brik, metales, textiles y caucho; y el 58.21% son residuos orgánicos los cuales pueden ser aprovechados para la obtención de abono orgánico,



compost, energías renovables); y el 8.03% son residuos no aprovechables (residuos peligrosos como: pilas, RAEE y residuos de medicina, etc.; residuos sanitarios; residuos inertes, tecnopor o similares, bolsas de plástico de un solo uso, envolturas snack, polvo, tierras, etc.). Este estudio, fue muy enriquecedor para nuestra investigación; pues apporto información cualitativa y cuantitativa de suma importancia sobre los RSD del distrito.

En la publicación de Arenas, (2017) cuyo objetivo fue implementar un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el CER (Centro Educativo Rural) Josefa Romero Municipio de Dabeiba, en la región de Antioquia, Colombia. Se concluyó que , el compostaje en pacas digestoras genera mejores condiciones, en cuanto a la evolución de parámetros como: pH, humedad y temperatura, y garantizan mayor estabilidad del proceso en sus diferentes etapas, a comparación del compostaje en cielo abierto que dificulta controlar dichos parámetros debido a su exposición a los diferentes cambios ambientales. Además, resultó ser más eficiente para la obtención de abono orgánico en términos de conversión de los residuos orgánicos y de menor impacto ambiental negativo. También, resultó ser el más ideal para producir compost en instituciones educativas y zonas residenciales, debido a que no genera malos olores, ni permite la reproducción de vectores transmisores de enfermedades. Esta tesis, le aporta sustento a nuestro diseño de composteras y reafirma que es una manera sencilla y económica de tratar los RSD orgánicos.

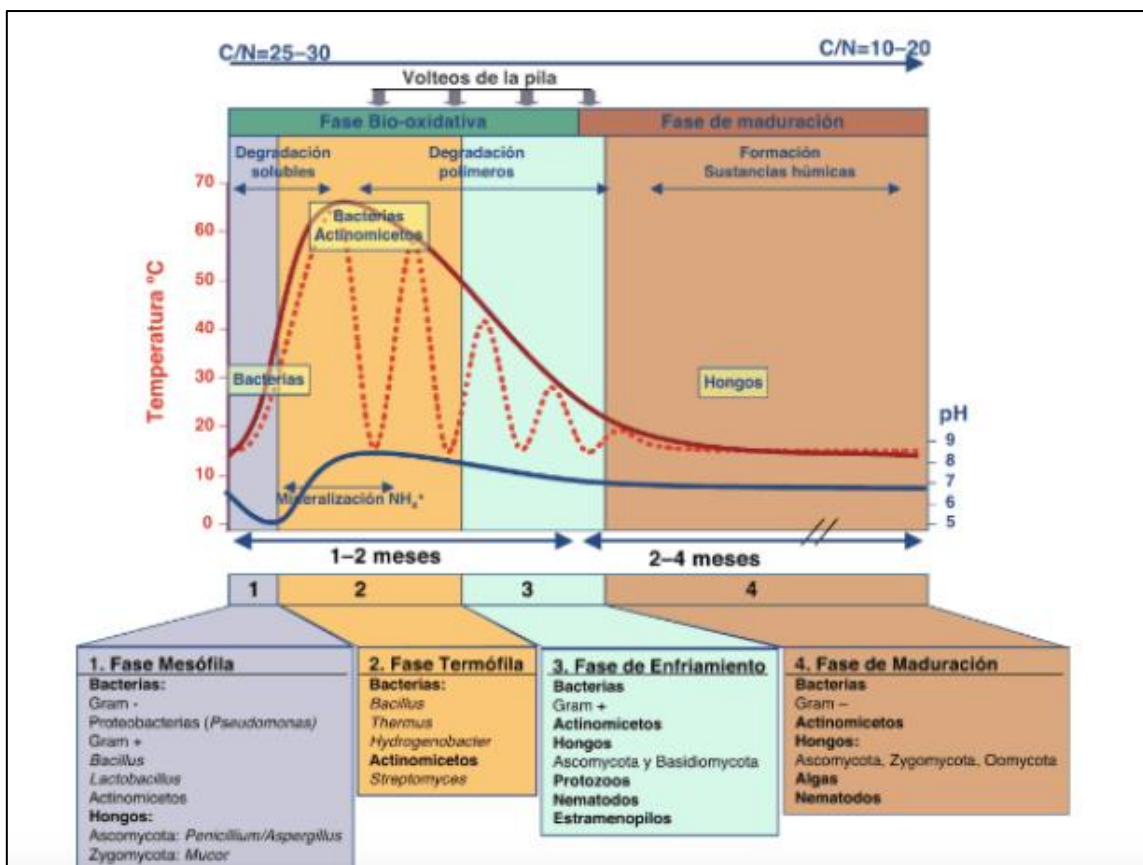
El estudio realizado por Aguilar & Cubas (2020) , cuya finalidad era evaluar la efectividad de los métodos de pilas dinámicas y compostera giratoria obtenidas de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión . El estudio , tuvo como objetivo determinar los parámetros fisicoquímicos (temperatura, humedad, pH y materia orgánica) y contrastar si cumplen con la Norma Chilena 2880 y Manual de Compostaje del Agricultor (FAO) para ambos métodos de compostaje . El método de la Pila dinámica obtuvo los siguientes resultados : Materia

Orgánica 31.18 %, Humedad 46.72%, pH 6.46, Temperatura 22.16°C, Nitrógeno 1.30 %, Fósforo 0.63%, Potasio 0.07%; mientras que, por el método de compostera giratoria la Materia Orgánica fue de 42.57%, la Humedad 48.75%, el pH 7, la Temperatura de 23.62°C, Nitrógeno 1.48 %, Fósforo 0.47%, Potasio 0.17%. Al comparar ambos métodos con las normativas mencionadas, se concluyó que ambos cumplían con lo establecido en estas. Sin embargo, dado los resultados se demostró que el método de compostera giratoria es más efectivo para la obtención del compost.

Según Hernández (2017), en su estudio, el cual tuvo como objetivo aplicar el compostaje como biofertilizante para el acondicionamiento de suelos del sector José Olaya, en Bambamarca, Cajamarca. Mediante el uso de composteras como alternativa viable para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos del sector. La investigación concluyó, que al aplicar el compostaje como biofertilizante para el acondicionamiento de suelos, al momento de clasificar los residuos sólidos orgánicos se recolectaron 840 kg para poder elaborar el compostaje. El diseño de la compostera tuvo las medidas de 0.90 m x 1.5 mx 1 m Y fue de tipo invernadero, lo cual ayudó a captar el calor y ayudando a descomponer más rápido la materia orgánica. Asimismo, se obtuvo como resultado que el compost resultante del compostaje, aumentó la materia orgánica y los nutrientes de la muestra de suelo en la que fue probada.

En el estudio realizado por Castillo (2019), cuyo objetivo fue evaluar la calidad del compost a partir de la mezcla de cuatro tipos de residuos orgánicos (residuos de mercado, restos de cosecha, estiércol de oveja y estiércol de vacuno). Además, se agregó 3 dosis de diferente volumen al compost para acelerarlo, la mezcla consistía en 20 litros, para ello se mezcló 1 litro de melaza de caña que representa el (5%), 18 litros de agua de manantial que representa el (90%) y 1 litro de EM-COMPOST que representa el (5%) y se dejó fermentar por 7 días

para obtener EM-COMPOST -Activado. El estudio concluyó que los parámetros de humedad, conductividad, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y la relación C:N del compost obtenido a partir de la mezcla de los 4 tipos de residuos orgánicos y los microorganismos eficaces acelerantes se encontró dentro del rango para compost de buena calidad según la norma establecida por la FAO.



**Figura 3.** Fases del compostaje

*Nota.* La figura muestra las cuatro fases del compostaje. Fuente: Castillo, 2019.

El estudio realizado por Condori & Choquepata (2019), sobre la evaluación de métodos de compostaje de los residuos generados por el distrito de Juli, de la provincia de Chucuito en Puno. Los métodos que se compararon fueron vermicompost, em- compost y control. El

estudio concluyó en que el método más efectivo fue el em-compost, ya que su tiempo de maduración fue un promedio de 36.5 días, debido a que se le adicionó microorganismos eficientes, los cuales aceleraron el proceso de estabilización del compost, así mismo, este método presentó baja presencia de olores y vectores, desarrollándose de manera más favorable.

Saldivar de Salinas et al (2021), tuvieron como objetivo, diseñar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos en la Universidad Nacional de Asunción de Paraguay, que incluía programas de clasificación y tratamiento de residuos sólidos, tecnología, actividades de concienciación ambiental, estrategias para almacenamiento temporal y disposición final, que pudieron aplicarse en las distintas facultades. El enfoque de la investigación fue de tipo mixto: cuali - cuantitativo, de nivel descriptivo de corte transversal - prospectivo. Para la elaboración del compostaje, se conformaron dos tipos de pilas; a fin de determinar la calidad de ambas, se procesaron 318,5 kilogramos de materia orgánica distribuidos de la siguiente manera: Pila 1: 257 kilos de hojarascas. Pila 2: 61,5 kg de materia orgánica conformado por 41,5 kg de hojarascas, 7 kilogramos de restos de frutas y verduras, kg y 13 kilogramos de estiércol de vaca. La duración del proceso de compost fue de 90 días y las actividades de, trituración, riego, volteo y a medición de temperatura se realizaron cada 7 días. Para comprobar la calidad del producto obtenido se llevaron a analizar en el laboratorio ambas muestras y se obtuvieron los siguientes resultados: la muestra compuesta de hojarascas y restos de: frutas, verduras, cáscara de huevo y estiércol de vaca contienen más nutrientes que la muestra que contiene solamente hojarascas, además se pudo constatar que los minerales requeridos para un abono de calidad se encuentran dentro de los parámetros óptimos. Finalmente, se concluyó que, la elaboración de compost es una alternativa viable, puesto que sus requerimientos técnicos y económicos no son elevados en comparación a los beneficios

económicos, sociales y ambientales que conlleva su elaboración. Esta investigación es de suma importancia, porque refuerza nuestra hipótesis de que el proceso de compost es una forma viable y a bajo costo de implementar un sistema de gestión de residuos para lugares como hogares, centros de estudio, etc.

## MARCO LEGAL

### LEY N° 27314 : Ley General de Residuos Sólidos

La presente Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

### D.L N° 1278 : Ley de Gestión integral de Residuos Sólidos

El presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo.

### Resolución Ministerial N° 191 – 2016 – MINAM : Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024

El PLANRES 2016-2024 como instrumento de gestión nacional de residuos sólidos si bien se basa en el cumplimiento de las metas nacionales reflejadas en el PLANAA 2011- 2021, permitirá también el cumplimiento de otros compromisos internacionales asumidos por el país, en particular los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), propuestos por las Naciones Unidas, como compromisos internacionales en busca del desarrollo sostenible en favor de las personas, el planeta y la prosperidad<sup>56</sup>. En este sentido el PLANRES 2016-

2024, a través de sus diversas acciones y objetivos coadyuvará a alcanzar principalmente lo siguiente:

a) Objetivo 3-Salud y bienestar: Mediante una mejora en la gestión de residuos sólidos municipales y no municipales; en particular con la inversión en infraestructura para tratamiento y disposición final, se podrá reducir el índice de enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo;

b) Objetivo 11-Ciudades y comunidades sostenibles: Mediante la mejora de la gestión de residuos sólidos a nivel nacional se permitirá la reducción del impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades.

#### Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - PIGARS para la Provincia de Trujillo 2010-2020

La Municipalidad Provincial de Trujillo, pone a su disposición el Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Provincia de Trujillo-PIGARS, aprobado mediante Ordenanza N° -2009-MPT, el mismo que se constituye en un instrumento de gestión ambiental, que marcará las pautas a seguir para que en nuestra provincia se gestione los residuos sólidos de manera técnica y ambientalmente segura, y que será implementado como parte de nuestra política de mejoramiento ambiental contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

#### Plan distrital de Manejo de residuos sólidos del distrito de Víctor Larco Herrera 2021 - 2025

Plan Distrital de Manejo del distrito de Víctor Larco Herrera 2021 – 2025 donde se propone implementar una gestión adecuada de residuos sólidos municipales que genere un impacto positivo en el medio ambiente y la salud de la población, lograr el cambio de malos hábitos y costumbres, así como el desarrollo de capacidades a nivel de la población y autoridades. Además, se delimita el problema central, se encuentran las causa y los efecto y se trazan, objetivos y los medios para solucionar las diversas deficiencias en la gestión de los RSM.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cómo se genera la segregación de Residuos sólidos orgánicos (RSO) para la preparación y diseño de una compostera domiciliaria, en el distrito de Víctor Larco Herrera 2021?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

- Diseñar una compostera a partir de la segregación de los RSO en el distrito de Víctor Larco Herrera

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición química y biológica de la MO a partir de los residuos sólidos domiciliarios, mediante la revisión bibliográfica de rigor científico en diferentes ciudades de las tres regiones de Perú.
- Comparar el tratamiento y la disposición final de los RSO domiciliarios actuales frente a lo establecido en el PIGARS del distrito de Víctor Larco Herrera y realizar una encuesta virtual sobre el manejo y disposición de RSD a los habitantes del distrito.
- Diseñar una propuesta de compostaje a partir de la MO de los RSD

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

¿Cómo se genera la segregación de RSO para el diseño de composteras domiciliarias en el distrito de Víctor Larco Herrera?

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

La segregación de los RSO contiene MO que puede ser reusable como fuente principal en una compostera, para obtener compost y generar una valorización de residuos para mejorar la gestión de RSD del distrito de VLH



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva porque se realizó una recopilación cualitativa y cuantitativa de la literatura existente sobre la problemática de la segregación, disposición y tratamiento de los RSD en cuestión. Por otro lado, el diseño de la investigación es de campo, porque se usó como instrumento de recolección de datos una encuesta, para conocer los comportamientos y opiniones de la población de Víctor Larco respecto a la gestión de residuos que tiene la Municipalidad distrital actualmente. Finalmente, estos datos obtenidos, junto con la revisión bibliográfica, fueron necesarios para ejecutar el diseño de una compostera para el tratamiento de los RSD acorde a la realidad actual del distrito.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

**2.2.1 Población:** Se recopila información de 15 estudios, con rigor científico para la elaboración del presente trabajo en: Segregación de residuos sólidos orgánicos para la preparación de composteras domiciliarias.

**2.2.2 Muestra:** De la información obtenida 02 estudios fueron revisados para desarrollar la presente tesis, tomando en consideración además una encuesta de 102 personas del distrito VLH.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### 2.3.1 Para recolectar datos

##### 2.3.1.1 Técnicas de recolección

Recolección de datos secundarios, que se utilizó en este estudio para poder obtener datos en estudios de caracterización de residuos sólidos domésticos de diferentes partes del Perú para poder compararlos con las normativas vigentes.

Encuestas, que es un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa de la población o instituciones, con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos. (Saldaña,2009)

Diseño de un prototipo de compostera, mediante las consideraciones proporcionadas por el “Manual de compostaje del agricultor “, realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2013. Además, para el modelo y metodología se uso el método de compostaje Takura , creada por el Dr. Koji Takakur en el año 2013.

### **2.3.1.2 Instrumentos de recolección**

Cuestionario de tipo cerrado , el cual contiene en su mayoría preguntas dicotómicas , el cual fue realizado por la autora y posteriormente revisadas y validadas por profesionales en el área, con la finalidad de presentar la menor cantidad de errores en la recolección de la información.

### **2.3.2 Para analizar datos**

Los datos de las encuestas fueron realizados y analizados mediante el programa llamado Google Forms. En dicho programa se efectuó el cuestionario en sí, el cual llevo a los encuestados por medio de un link generado por el programa. Todas las respuestas que se obtenían, iban generando, automáticamente en el programa, los gráficos correspondientes para cada pregunta. Así mismo, se va generando un archivo Drive con toda la data en Excel del cuestionario, para asegurar la fiabilidad y la validez de la encuesta efectuada.

### **2.3.3 Para el diseño de la compostera**

Para el diseño del prototipo de compostera casera se uso el programa Revit 2019, para mostrar el diseño y sus diferentes vistas para una mejor explicación del mismo.

### **2.3.4 Analisis de validez por juicio de experto**

La validez por juicio de experto es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación, que se define como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en este, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008:29) El cuestionario a aplicar, paso por una evaluación de “Juicio de Experto”, en la cual tres especialistas en la materia evaluaron el instrumento en cuestión marcando SÍ o NO, en las preguntas señaladas en la matriz de evaluación respecto a la coherencia, claridad, entre otros criterios que debe cumplir el instrumento. (ver anexo 1,2 y 3)

### **2.3.5 Consideraciones éticas**

El presente estudio guarda autonomía en cada uno de los componentes, sin embargo al ser un estudio descriptivo se apoya en la revisión bibliográfica teniendo en consideración la referencia de los autores.

## **2.4. Procedimiento**

La investigación se dividió en tres etapas

### **2.4.1 Recolección de datos secundarios**

Para llevar a cabo la investigación, los datos se obtuvieron mediante la revisión de diversas bibliografías e investigaciones respecto a caracterización de los RSD en diferentes partes del Perú y la manera en la que se da la gestión de los RSD en los mismos. Así como, estudios sobre tipos de compostaje y como la implementación de este proceso redujo significativamente los residuos de los lugares donde fueron aplicados. Así mismo, una vez obtenida esta información, compararla con los procedimientos señalados en D.L. N.º 1278: Ley de Gestión integral de Residuos

Sólidos, la cual detalla los derechos y obligaciones de la sociedad para la maximización constante en asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada. Del mismo modo, también se compara la data obtenida con la Resolución Ministerial N.º 191 – 2016 – MINAM: Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2, el cual se traza como objetivo la mejora en la gestión de residuos sólidos municipales y no municipales; así como reducir el impacto ambiental negativo en las ciudades mediante la mejora de la gestión de dichos residuos. Por otro lado, también se hizo uso de la información obtenida en el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS para la Provincia de Trujillo 2010-2020, el cual es un instrumento de gestión ambiental, que marcó las pautas a seguir para que en la provincia se gestione los residuos sólidos de manera técnica y ambientalmente segura. Finalmente, se utilizó la data señalada en Plan distrital de Manejo de residuos sólidos del distrito de Víctor Larco Herrera 2021 – 2025, donde se propone implementar una gestión adecuada de residuos sólidos municipales que genere un impacto positivo en el medio ambiente y la salud de la población, para lograr el cambio de malos hábitos y costumbres, así como el desarrollo de capacidades en cuanto a la población y autoridades.

#### **2.4.2 Aplicación de encuestas**

Se aplicó la encuesta a los habitantes del distrito de Víctor Larco Herrera de la provincia de Trujillo, con el objetivo de conocer cuáles son sus hábitos al momento de disponer de sus residuos sólidos domésticos y su opinión sobre la gestión actual que desarrolla la Municipalidad para el tratamiento de los mismos, así como su conocimiento y opinión respecto al proceso de compostaje. Con los datos obtenidos se realizaron las gráficas correspondientes para cada pregunta del cuestionario, y tener

mucho más claro la cantidad de encuestados que tenían ciertos hábitos y opiniones respecto a los temas tratados en la encuesta.

La encuesta estuvo conformada por un cuestionario de tipo cerrado con preguntas dicotómicas en su mayoría, es decir SÍ o NO.

### **2.4.3 Diseño de la compostera**

Con el objetivo de desarrollar un prototipo innovador, accesible y de fácil uso para la segregación y tratamiento de los RSD orgánicos, se elaboró un modelo de esta en el programa Revit 2019, en el cual se puede visualizar los materiales que se usarían de llevar a cabo ese prototipo virtual. Asimismo, para facilitar el uso de esta se realizó una infografía en Canvas, en la que mediante un escaneando un código, el usuario podrá visualizar la explicación del uso correcto de una compostera casera para la persona que decida adquirirla, así como que desechos puede ingresar a la compostera, cuáles debe moderar su ingreso y cuáles definitivamente no podrá meterlos dentro de la compostera.

Por otro lado, para identificar las diferentes fases que atraviesa el compostaje, el tipo de sistema de compostera que se va diseñar y los diferentes parámetros que esta debe cumplir se usaron los datos señalados en el “Manual de compostaje del agricultor”, realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2013 y en el “Manual del Compostaje Domiciliario”, realizado por Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible de Buenos Aires, Argentina en el año 2020.

### **2.4.4 Generación de Código QR:**

Para generar el código QR que dirige hacia la infografía de uso de la compostera se uso el programa: QR Code Generator Pro. ( ver anexo 4)

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, se muestra la comparativa de la composición química y biológica de los RSD de la ciudad de Tujillo con 5 ciudades de diferentes regiones del Perú.

### 3.1 Composición química y biológica de los residuos sólidos domiciliarios en las 3 regiones del Perú:

**Tabla 4.**

*Composición Química y Biológica de los Residuos Sólidos en la Región Costa.*

<b>TRUJILLO</b>	
El estudio de caracterización de los RSM realizado por el SEGAT (2019). Respecto a los RSD, se obtuvieron los siguientes datos relevantes sobre las características y generación de los RSD del distrito.	
Población proyectada en el 2019	3119107 de hab.
N° de hogares	87701 hogares
N° de muestra	115 viviendas.
Generación Percápita (GPC) de los RSD	0.581 kg/hab/día.
Generación Ton/día	178.381 Tn
Densidad diaria	291.10 kg/m <sup>3</sup>
<b>Composición de los RSD</b>	
Residuos orgánicos	70.60%
Plástico	8.95%
Papel	3.82%
Cartón	6.52%
Metales	1.28%
Humedad Promedio	26.64%
<b>LIMA</b>	
El estudio de caracterización de RSM en el Cercado de Lima, realizado por la Municipalidad de Lima. Respecto a los RSD se obtuvieron los siguientes datos.	

Población proyectada en el 2019	274867 de hab.
N° de hogares	262524 viviendas
N° de muestra	119 viviendas.
Generación Percápita (GPC) de los RSD	0.696 kg/hab/día.
Generación Ton/día	190 Tn
Densidad diaria	206.52 kg/m <sup>3</sup>

#### Composición de los RSD

Residuos orgánicos	59.96%
Residuos inorgánicos	20.54%
Residuos no aprovechables	19.50%
Humedad Promedio	79.75%

*Nota.* La tabla muestra la composición y características de los RSD de las ciudades de Lima y Trujillo

#### Tabla 5.

*Composición Química y Biológica de los Residuos Sólidos en la Región Sierra.*

#### PUNO

El estudio de caracterización de los RSM del distrito de Puno realizado por la Municipalidad Provincial de Puno en el año 2015, respecto a los RSD, se obtuvieron los siguientes datos.

Población proyectada en el 2019	274867 de hab.
N° de hogares	262524 viviendas
N° de muestra	119 viviendas.
Generación Percápita (GPC) de los RSD	0.55 kg/hab/día.
Generación Ton/día	104.89 Tn
Densidad diaria	184.96 kg/m <sup>3</sup>

#### Composición de los RSD

Residuos compostificables	49.43%
Residuos comerciales reciclables inorgánicos	30.66%
Residuos reciclables inorgánicos no comerciales	3.68%
Residuos no reciclables	19.50%
Humedad Promedio	26.64%

---

## JUNIN

---

El estudio de caracterización de RSM en el distrito de San Jerónimo de Tunán en Huancayo, realizado por Zevallos en el año 2017. Respecto a los RSD se obtuvieron los siguientes datos.

Población proyectada en el 2017

N° de muestra	90 viviendas.
Generación Percápita (GPC) de los RSD	0.31 kg/hab/día.
Generación total de los RSD	2.4 Tn/año
Densidad Promedio	108.47 kg/m <sup>3</sup>

---

### Composición de los RSD

---

Materia orgánica	31.30%
Residuos sanitarios	15.10%
Bolsas plásticas	7.95%
Medicinas	1.25%
Plásticos PET	3.62%
Latas	2.58%
Plástico duro	1.16%

---

*Nota.* La tabla muestra la composición y características de los RSD de las ciudades de Puno y Huancayo

### Tabla 6.

*Composición Química y Biológica de los Residuos Sólidos en la Región Selva.*

---

## IQUITOS

---

El estudio de caracterización de los RSM del centro poblado de Santo Tomás, realizado por Sibina en el 2016.

Población proyectada en el 2015	1381 de hab.
N° de muestra	15 viviendas.
Generación Percápita (GPC) de los RSD	0.30 kg/hab/día.
Generación Ton/día	0.41 Tn/día

---

### Composición de los RSD

---

Residuos orgánicos	82.12%
Residuos inorgánicos	12.66%

---



Residuos peligrosos 5.14%

---

**SAN MARTÍN**

---

El estudio de caracterización de RSM en la ciudad de Rioja, en el año 2019. Respecto a los RSD se obtuvieron los siguientes datos.

---

Población proyectada en el 2019	26080 hab
N° de muestra	114 viviendas.
Generación Percápita (GPC) de los RSD	0.63 kg/hab/día.
Generación total de los RSD	22.74 Tn/día
Densidad Promedio	318.35 kg/m <sup>3</sup>
Humedad	81.03%

---

**Composición de los RSD**

---

Residuos orgánicos	60.09%
Residuos inorgánicos	20.88%
Papel	6.12%
Cartón	2.25%
Vidrio	0.93%
Plástico	7.62%
Metales	3.96%
Residuos no aprovechables	19.03%

---

*Nota.* La tabla muestra la composición y características de los RSD de las ciudades de Rioja y el centro poblado Santo Tomás en Iquitos.

### 3.2 Comparación del tratamiento y la disposición final de los RSD actuales frente a lo establecido PIGARS del distrito de Víctor Larco Herrera y La ley de Gestión Integral de Residuos:

#### ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RSD DEL DISTRITO DE VÍCTOR LARCO HERRERA

El estudio fue realizado en el 2019, por el Ing. Torres y la Municipalidad distrital de VLH. Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Nº de habitantes proyectados al 2019:** 71380

**Nº de viviendas:**

#### Tabla 7.

*Viviendas muestreadas en el ECRS en el Distrito de Víctor Larco.*

SECTOR	Nivel socioeconómico	Total de viviendas	Porcentaje de viviendas %	Viviendas muestreadas
SECTOR 1	Alto	11291	48%	53
SECTOR 2	Medio	10318	44%	48
SECTOR 3	Bajo	1964	8%	19
<b>TOTAL</b>		<b>23573</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>

*Nota.* ECRS de la Municipalidad Distrital de Víctor Larco (2019)

Teniendo como una población de estudio un total de viviendas de los tres niveles socioeconómicos: 23573 viviendas, y usando una muestra de 120 viviendas conformadas también por los 3 niveles socioeconómicos.

**Generación per-cápita (GPC) de los RSD :** La generación per-cápita total de los tres sectores es de 0.609 kg/hab./día.

**Generación total de los RSD:** 46.397 Tn/día

**Densidad promedio:** 111.68 Kg/m<sup>3</sup>.

**Humedad de los RSD:** 66.21%

**Tabla 8.**

*Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios en Víctor Larco.*

<b>Tipo de residuos</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
1.Materia Orgánica	1247.32	64.63
2.Madera, Follaje	15.99	0.83
3. Otros orgánicos	14.41	0.75
3.Papel Blanco	51.02	2.64
4.Papel Periódico	23.98	1.24
5.Papel Mixto	20.58	1.07
6. Cartón Blanco	55.24	2.86
7.Cartón Marrón	50.74	2.63
8. Cartón Mixto	29.97	1.55
9. Vidrio Transparente	55.59	2.88
10.Vidrio otros colores	7.93	0.41
11. Otros Vidrios	3.4	0.18
12. Plástico PET	49.77	2.58
13. Plástico PEAD	19.73	1.02
14. Plástico PEBD	18.88	0.98
15. Plástico PP	9.77	0.51
16. Plástico PS	8.65	0.45
17. Plástico PVC	1.17	0.06
18. Tetrapak	4.79	0.25
19.Latas, hojalatas	39.9	2.07
20.Acero	0.78	0.04
21. Fierro	0.74	0.04
22.Aluminio	0.37	0.02
23.Otros metales	0.00	0.00
24. Textiles	35.04	1.82
25. Caucho, cuero, jebe	0.60	0.03

Tipo de Residuo	Kg	%
26. Bolsas plásticas de un uso	26.01	1.35
27. Residuos sanitarios	56.30	2.92
28. Pilas	0.24	0.01
29. Tecnopor	8.44	0.44
30. Residuos inertes	30.25	1.57
31. Restos de medicamentos	6.85	0.36
32. Envolturas de Snack, otros	7.72	0.40
33. Otros residuos	27.79	1.44
<b>TOTAL</b>	<b>1929.97</b>	<b>100.00</b>

Nota. ECRS de la Municipalidad Distrital de Víctor Larco (2019).

### Resultados relevantes de la encuesta realizada a la población del distrito de VLH:

#### Para la pregunta 12: ¿Qué hace con la basura cuando se acumula?

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 42% bota a la calle los residuos, el 40% se lleva al botadero más cercano, y el 18% espera el recolector cuando se acumula la basura.
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 38% lleva al botadero más cercano, 35% se vota a la calle y el 23% bota al mar, el 3% lo entierra y otro 3% lo quema.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 45% lleva al botadero más cercano, el 28% se vota a la calle, el 18% espera el recolector, el 8% quema su basura, el 3% bota al mar

#### Para la pregunta 13: ¿Por qué crees que se acumula la basura en tu sector cual crees que sea el problema?

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 85% piensa que el principal problema es a falta de educación de la población, el 15% cree que no hay ese problema en su distrito.
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 35% cree que el problema es que no pasa el basurero a tiempo, el 33% cree que no hay ese problema en la población, el 30% piensa que el problema es la falta de educación de la población y el 3% no sabe no opina.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 63% piensa que el problema es la falta de educación de la población, el 25% cree que no hay ese problema, el 10% no sabe no opina y el 3% piensa que el problema es porque no pasa el carro recolector de basura.

**Para la pregunta 14: ¿Qué hace con las sobras de comida, las reaprovechas?**

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 83% no reaprovecha sus residuos orgánicos, y solo el 18% los reaprovecha en alimentación en animales menores
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 45% no reaprovecha sus residuos orgánicos, y solo el 55% los reaprovecha en alimentación en animales menores.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 68% no reaprovecha sus residuos orgánicos, y solo el 33% los reaprovecha en alimentación en animales menores, habiendo una buena cantidad de residuos orgánicos por aprovechar

**Para la pregunta 15: ¿Que hace con las botellas de plástico u otro tipo de plástico, las reaprovechas?**

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 50% bota al tacho, y solo el 43% lo regala y el 8% lo vende.
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 83% bota al tacho de basura y el 17% lo regala.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 70% bota al tacho, el 18% lo regala y el 13% vende el plástico.

**Para la pregunta 16: ¿Reutiliza o recicla las botellas de vidrio?**

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 88% bota al tacho, y solo el 8% lo regala y el 5% lo vende.
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 88% bota al tacho de basura y el 13% lo regala.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 83% bota al tacho, el 10% lo regala y el 8% vende el plástico.

**Para la pregunta 17: ¿Reutilizas o reciclas las bolsas de plástico?**

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 33% bota al tacho, y solo el 65% lo reutiliza como recipiente para llenar basura, el 3% lo quema.
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 63% bota al tacho de basura y el 23% lo usa como recipiente para s basura, el 8% lo quema, y otro 8% lo regala.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 58% bota al tacho de basura y el 30% lo usa como recipiente para s basura, y otro 13% lo regala

**Para la pregunta 19: ¿Reutiliza el papel y el cartón?**

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 75% bota al tacho, el 5% usa el cartón para recipiente de basura, y el 20% lo regala.
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 90% bota al tacho, el 5% usa el cartón para recipiente de basura, 3% lo vende, y solo el 3% lo regala.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 65% bota al tacho, el 13% usa el cartón para recipiente de basura, 10% lo vende, el 10% lo regala y el 3% le da otro uso.

**Para la pregunta 20: ¿Estas dispuesto a separar sus residuos sólidos en el hogar?**

- En el sector 1 (Vista Alegre-El Golf), el 98% si está dispuesta a separar sus residuos en casa, y el 2% no está dispuesta por temas de desconocimiento y falta de tiempo
- En el sector 2 (San Luis, San Andrés, Liberación), el 98% si está dispuesta a separar sus residuos en casa, y el 2% no está dispuesta por temas de desconocimiento y falta de tiempo.
- En el sector 3 (Buenos Aires), el 98% si está dispuesta a separar sus residuos en casa, y el 2% no está dispuesta por temas de desconocimiento y falta de tiempo.

**Tabla 9.**

*Cumplimiento del PDMRS del distrito de VLH frente a la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.*

Nueva Ley De Gestión Integral De Residuos Sólidos, D.L. N°1278 (2017)	Plan Distrital De Manejo De Residuos Sólidos Del Distrito VLH 2021-2025
<b><u>La ley plantea lo siguiente:</u></b>	<b><u>Se propone:</u></b>
<b>1er Eje: Basura como materia prima</b>	<b>Fortalecimiento de la valoración de residuos inorgánicos aprovechables:</b>
Es decir, tratar al residuo sólido como un insumo para otras industrias, dejar de pensarlo como basura y verlo como materia prima y darle valor a ese desperdicio.	Implementar procesos de valoración mediante programas y planes de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos inorgánicos en los que participan viviendas e incorporando asociaciones de recicladores debidamente formalizados y registrados por la municipalidad.
<b>NO CUMPLE</b>	<b>CUMPLE A MEDIAS</b>
En el estudio de caracterización de RSD del distrito de VLH, se muestra como todos los residuos (orgánicos e inorgánicos) son tratados de la misma manera, como basura, y no existe ningún programa de revalorización de estos por parte de la municipalidad.	Si bien en el 2020 en los meses de (Agosto – Diciembre) se reiniciaron las actividades del reciclaje debido a la pandemia Covid y se comercializaron 56.8 toneladas de residuos sólidos reciclables . Los habitantes aún no ven reflejadas en esas mejoras, y no todos son incluidos en esos programas o tienen conocimiento de los mismos.

<b>2do Eje: Industrialización del reciclaje :</b>	<b>Fortalecimiento de la valoración de residuos orgánicos:</b>
Implementar el reciclaje para el tratamiento de los residuos sólidos, así generar mayores ingresos, inversión y empleo	El Plan plantea la Valoración de residuos orgánicos, pero solo en los principales aportantes de residuos orgánicos son los mercados de abastos
<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
La ley plantea que las municipalidades implementen el reciclaje como parte de sus labores de tratamiento de residuos, cosa que no se da en el distrito ya que más del 50% de los habitantes tira residuos reciclables como papel, cartón, plástico a la basura junto con sus desechos orgánicos e incluso Residuos peligrosos.	Si bien la MDVLH realiza programas de compostaje de residuos orgánicos estos solo están enfocados hacia los mercados, ninguno hacia los que se generan en los hogares.
<b>3er Eje: Involucramiento de actores:</b>	<b>Eficiente capacidad operativa de la recolección y transporte de residuos sólidos</b>
Compromete a las autoridades y a las grandes y medianas, pequeñas y micro empresas y a los ciudadanos de a pie. Asegura que el manejo de residuos sólidos no será más un tema ausente en el debate de la calle ni de la agenda pública, ni de la responsabilidad corporativa.	El plan señala que la MDVLH tiene vehículos y maquinaria adecuados para la recolección selectiva de residuos inorgánicos, orgánicos.
<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
· La población señala la falta de educación ambiental como una de las razones por las cuales no separan y/o reciclan sus residuos. La falta de información de cómo segregar sus RSD genera el mal manejo de estos. Además, las empresas que se dedican al tratamiento de estos son escasas y no suelen tener el apoyo de las Municipalidades.	· Los habitantes señalan tirar todos sus residuos en un mismo camión compactador, el cual sin importar la clase de residuos los recolecta la mezcla y los deja en el botadero de la ciudad, ya que ni el distrito ni la ciudad cuenta con una Planta de tratamiento de Residuos.

*Nota.* La tabla muestra la comparación de las leyes actuales frente a la realidad del distrito de Victor Larco Herrera

### 3.3 Resultados de la encuesta realizada a los habitantes del distrito de Victor Larco Herrera sobre sus hábitos de segregación, conocimiento sobre el proceso de compostaje y su percepción sobre la actual gestión de RSD.

**Tabla 10.**  
*Codificación de las preguntas de la encuesta.*

COD.	ITEMS
P1	¿Con cuántas personas vive usted en su hogar?
P2	¿Cual es el tipo de vivienda que habita?
P3	¿Qué cantidad aproximada (kg) de basura generan en su hogar diariamente?
P4	¿En su hogar separan y/ o reciclan los residuos sólidos generados?
P5	¿En qué tipo de envase/recipiente/tacho tiene la basura en su casa?
P6	¿Cuál es el residuo sólido que se genera en mayor cantidad en su hogar?
P7	¿Los Residuos que entregan en su hogar al camión compactador de basura, son una mezcla de residuos orgánicos (restos de alimentos) e inorgánicos (papeles, vidrios, plásticos, latas, etc)?
P8	¿Cómo considera que es la disposición que le dan a los residuos sólidos domiciliarios en su hogar ¿
P9	¿Cuál es su opinión respecto a la gestión de residuos sólidos domésticos que tiene actualmente la municipalidad?
P10	¿Tiene usted conocimiento sobre el proceso de compostaje ¿
P11	Si su respuesta fue no : El compostaje es un proceso de transformación de la materia orgánica ( restos de alimentos) para obtener compost, un abono natural. Esta transformación se puede llevar a cabo en cualquier hogar ya sea en el patio o en una compostera, que es un recipiente en donde se puede depositar la materia orgánica para que esta pueda descomponerse y producir el compost. Ahora que sabe sobre el proceso de compostaje ¿ Estaría dispuesto a realizarlo en su hogar?
P12	¿Estaría dispuesto a adquirir una compostera diseñada especialmente para su hogar y así facilitar este proceso?
P13	Con respecto a la pregunta anterior. Si la respuesta es no. Señale el motivo
P14	Con respecto a la pregunta 11, si su respuesta fue Si. ¿Cuál sería el precio máximo que estaría dispuesto a pagar por una compostera ¿
P15	¿Tiene usted conocimiento que el distrito de Victor Larco cuenta con un nuevo Plan distrital de Manejo de residuos sólidos , en el cual una de las metas propuestas es disponer programas de valoración para los residuos orgánicos en el distrito?
P16	¿Considera usted , que en los últimos años, la Municipalidad distrital de Victor Larco, ha tenido mejoras en el manejo de residuos sólidos domiciliarios , de manera más puntual con respecto a los residuos orgánicos y/o compostables?
P17	¿Estaría dispuesto a adquirir un servicio privado que se encargue de la recolección, tratamiento y revalorización de los residuos sólidos en su hogar?
P18	¿Considera que el uso de composteras en los hogares para la disposición y tratamiento de los RSD orgánicos generaría un impacto positivo y un mejoramiento en la gestión y manejo de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad?

*Nota.* En la tabla 10 se muestran las preguntas de la encuesta realizada a los ciudadanos del distrito de Victor Larco Herrera

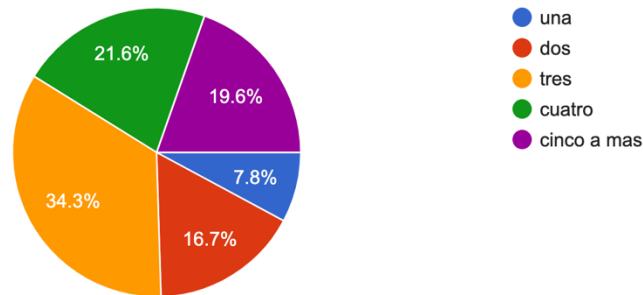


**Tabla 11.**

*Alternativas de respuestas a las preguntas de la encuesta*

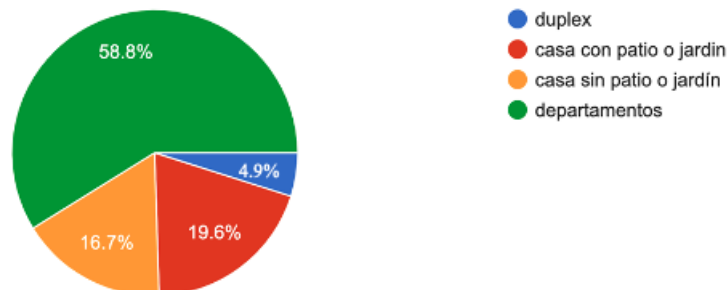
COD	1	2	3	4	5	6
P1	una	dos	tres	cuatro	cinco a más	
P2	duplex	casa con patio o jardín	casa sin patio o jardín	departamento		
P3	Menos de 5 kg	de 6 kg a 10kg	de 11kg a 15kg	mayor a 15kg		
P4	siempre	aveces	siempre			
P5	caja de carton	cilindro de metal	bolsa de plástico	tacho de plástico		
P6	sobras de alimentos	papel/carton	latas	vidrios	otras	
P7	Si	No	aveces			
P8	malo	regular	bueno	muy bueno		
P9	mala	regular	bueno	muy buena		
P10	Si	No				
P11	Si	No				
P12	Si	No				
P13	No tengo tiempo para compostar	No cuento con dinero para adquirir una compostera	No tengo espacio para compostar en mi hogar	Otros		
P14.	s/ 60.00	s/ 65. 00	s/ 75.00	s/85.00		
P15	Sí, tenía conocimiento	No, desconocía esa información				
P16	Si	No				
P17	Si, me parece necesario	No, no me parece necesario	Talvez, tendría que evaluar el servicio			
P18	Si	No	Talvez			

*Nota.* En la tabla 11 se muestran las diferentes alternativas que tuvo el encuestado para responder a cada pregunta señalada



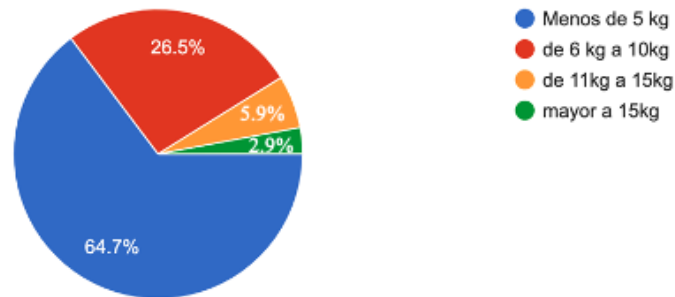
**Figura 4.** *Número de personas que viven en un hogar en el distrito de Víctor Larco Herrera*

En la figura 4 se muestra que 39 personas de las 102 encuestadas viven en un hogar con 3 personas aparte de ellos mismos, las cuales representan un 34.3% de los encuestados; seguido por 22 personas, que viven en un hogar con 4 personas que representa, el 21.6% de los encuestados.



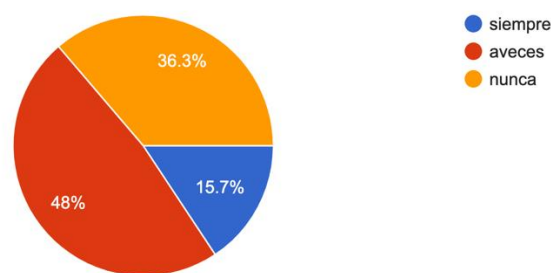
**Figura 5.** *Tipo de vivienda que habita los pobladores del distrito VLH*

En la figura 5, se muestra que el 58.8%, de los 102 encuestados; es decir 60 personas viven en departamentos; mientras que el 19.6% vive en una casa con patio o jardín seguido por el 16.7% de los encuestados que habitan en una casa sin patio o jardín; finalmente el 4.9% vive en un duplex.



**Figura 6.** Cantidad aproximada (kg) de basura generan en su hogar diariamente los habitantes del distrito de VLH

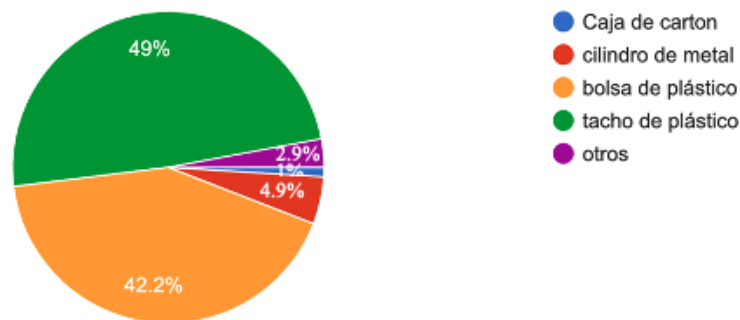
En la figura 6 se muestra graficamente que la mayor incidencia de residuos domiciliarios diarios generados es menor a 5 kg, alcanzando un total de 64.7% , que equivale a 66 personas encuestadas, seguido por un 26.5% (27 personas) de los encuestados que genera de 6kg a 10kg diarios de residuos y finalmente un 2.9 %, es decir 3 de los encuestados, generan diariamente un monto mayor a 15 kg de residuos diarios en sus hogares.



**Figura 7.** Número de habitantes del distrito VLH que en su hogar separan y/o reciclan los residuos sólidos generados.

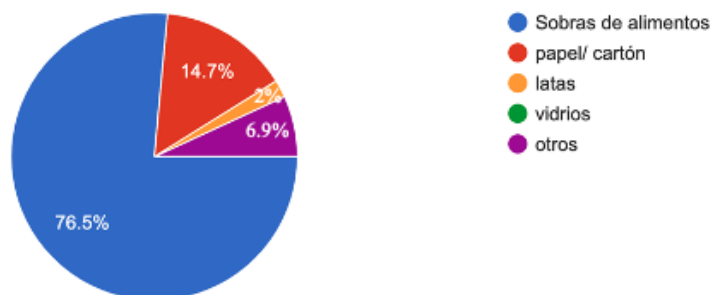
En la figura 7 se muestra la cantidad de encuestados que separan y/o reciclan los residuos sólidos que generan en su hogar y la frecuencia con la que la realizan, teniendo como resultado que un 48% de los encuestados, que equivale a 49 personas, a veces separa y/o

recicla los residuos generados en su hogar, seguido por un 36.3%, es decir 37 personas, que nunca separan y/o reciclan sus residuos y finalmente un 15.7%, equivalente a 16 de los encuestados siempre separa y/o reciclan sus residuos sólidos generados.



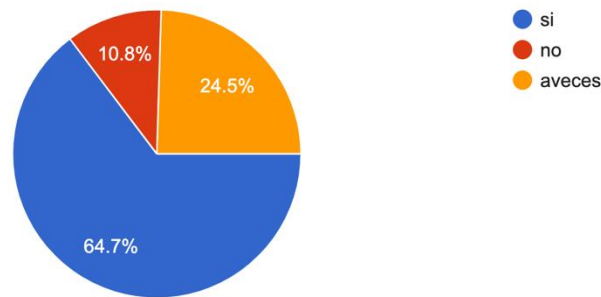
**Figura 8.** Tipo de envase/recipiente/tacho tiene la basura en su casa los pobladores de VLH.

En la figura 8 se muestra que el 49% de los encuestados, es decir, 50 personas encuestadas almacena la basura de sus hogares en un tacho de plástico, mientras que el 42.2%; es decir, 43 de los encuestados almacena sus residuos en bolsas de plástico.



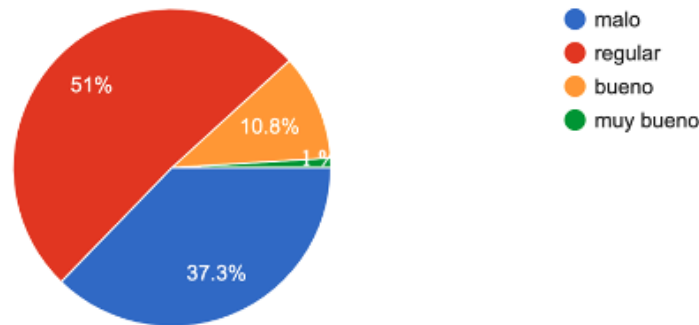
**Figura 9.** El residuo sólido que se genera en mayor cantidad en los hogares de los habitantes de VLH.

En la figura 9 , podemos observar que el 76.5% de los encuestados; es decir, 78 personas de las 102 encuestadas, generan en mayor cantidad sobras de alimentos como principal residuo sólido en sus hogares. Seguido por un 14.7%; es decir, 15 personas encuestadas genera como principal residuo sólido en sus hogares papel y cartón.



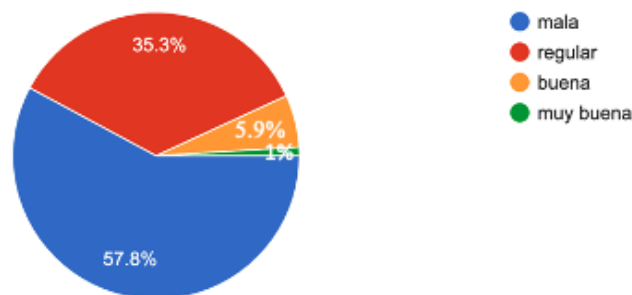
**Figura 10.** *Número de personas cuyos residuos que entregan en su hogar al camión compactador de basura, son una mezcla de residuos orgánicos (restos de alimentos) e inorgánicos (papeles, vidrios, plásticos, latas, etc.)*

En la figura 10, muestra que el 64.7% de los encuestados entrega al camión compactador de basura , todos sus residuos orgánicos e inorgánicos mezclados. Mientras que el 24.5%, señala que aveces entrega al camión compactador de basura una mezcla de ambos residuos. Finalmente, el 10.8%, señala que no entrega sus residuos mezclados.



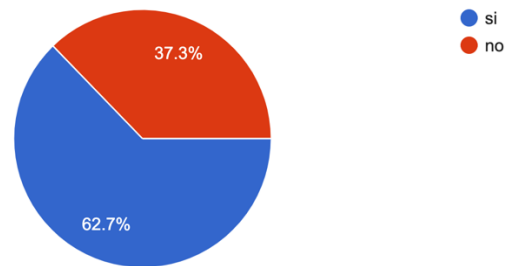
**Figura 11.** *La opinión de los habitantes de VLH sobre la disposición que le dan a los residuos sólidos domiciliarios en sus hogares.*

En la figura 11, se muestra que el 51% de los encuestados considera que la desposición es regular; mientras que un 37.3% de los encuestados considera que la disposición de sus residuos es mala.



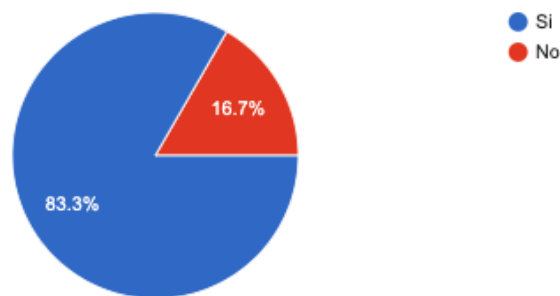
**Figura 12.** *La opinión que tienen los habitantes de VLH respecto a la gestión de residuos sólidos domésticos que tiene actualmente la municipalidad.*

En la figura 12, se muestra que el 57.8% de los encuestados; es decir 59 personas opinan que la gestión de los residuos sólidos domésticos que realiza la municipalidad es mala; mientras que un 35.3%, que equivale a 36 de los 102 encuestados opina que es una gestión regular.



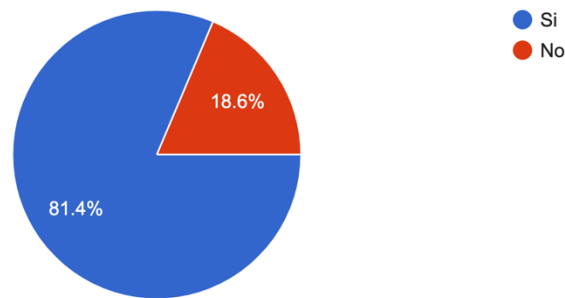
**Figura 13.** *Porcentaje de personas que tienen conocimiento sobre el proceso de compostaje.*

En la figura 13, se muestra gráficamente que el 62.7% de los encuestados; es decir 64 personas, tienen conocimiento sobre lo que es el proceso de compostaje. Mientras que un 37.3%, no lo tienen.



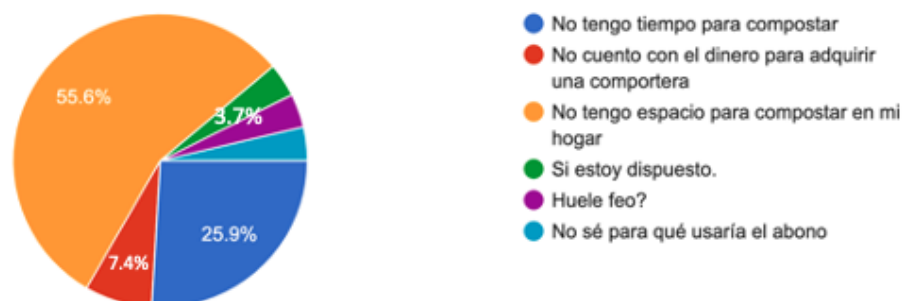
**Figura 14.** *Porcentaje de personas que al saber el significado del proceso de compostaje estarían dispuestas a realizarlo en su hogar.*

En la figura 14, se muestra gráficamente que el 83.3% de los encuestados, al tener conocimiento de lo que es el proceso de compostaje estarían dispuestos a realizarlo en sus hogares, mientras que un 16.7%, a pesar de tener el conocimiento sobre este proceso deciden no realizarlo.



**Figura 15.** *Porcentaje de personas que estaría dispuesto a adquirir una compostera diseñada especialmente para su hogar y así facilitar este proceso.*

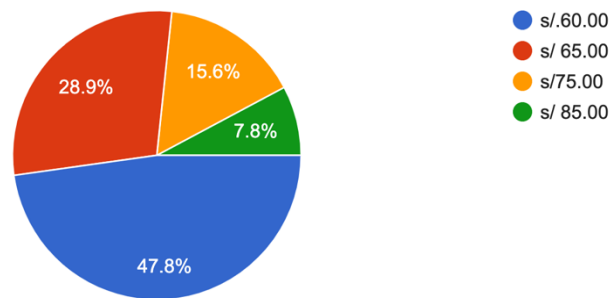
En la figura 15, se muestra que el 81.4% de los encuestados; es decir 83 personas si estarían dispuestos a adquirir una compostera diseñada especialmente para su hogar ; mientras que el 18.6% ; es decir 19 de los 102 encuestados no estaría dispuesto a adquirir una compostera.



**Figura 16.** *Los motivos de las personas que con respecto a la pregunta anterior la respuesta fue no.*

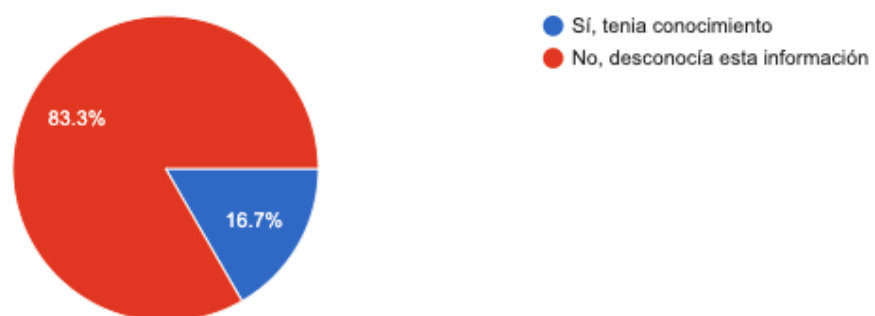
En la figura 16 , se muestra que el 55.6% de las personas que en la pregunta anterior dijeron que no compostarían, señalaron que sería por falta de espacio en su hogar; mientras que un 25.9%, señala que no lo harían por falta de tiempo, y un 7.4% no cuenta con el dinero para adquirir una compostera. Finalmente un 3.7% señala otros motivos como el no saber para que usaría el abono o tiene la creencia de que generaría un mal olor.





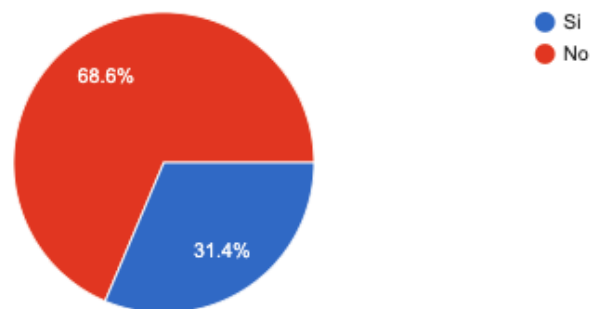
**Figura 17.** El precio que estarían dispuestos a pagar por adquirir una compostera las personas cuya respuesta a la pregunta 12 fue Sí.

En la figura 17, se muestra que el 47.8% de los encuestados estaría dispuesto a pagar por la compostera un precio máximo de s/60.00 ; mientras que un 28.9% pagaría como máximo el monto de s/65.00. Seguido de un 15.6%, que estaría dispuesto a pagar s/75.00. Finalmente el 7.8% de los que si estarían dispuestos a adquirir una compostera señalan que pagarían como máximo el monto de s/85.00.



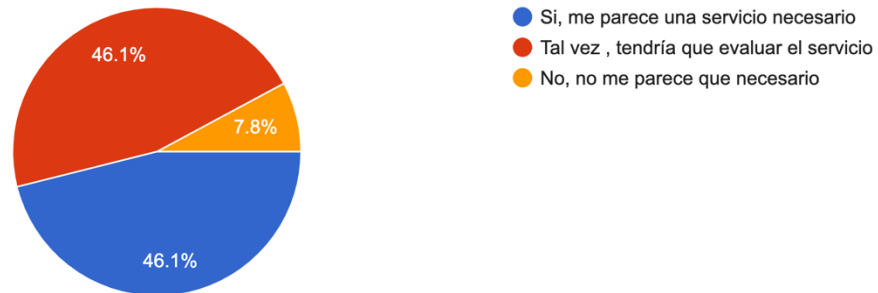
**Figura 18.** Porcentaje de personas que tienen conocimiento que el distrito de Víctor Larco cuenta con un nuevo Plan distrital de Manejo de residuos sólidos, en el cual una de las metas propuestas es disponer programas de valoración para los residuos orgánicos.

En la figura 18 , se muestra que el 83.3% de los encuestados desconoce sobre los planes y mejoras sobre el manejo de residuos solidos del distrito , mientras que el 16.7% de los encuestados si tenía conocimiento de dicho plan.



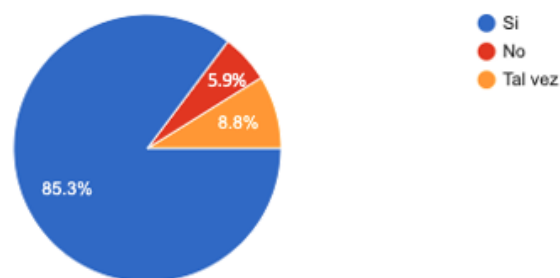
**Figura 19.** *Porcentaje de personas que consideran que, en los últimos años, la Municipalidad distrital de Víctor Larco, ha tenido mejoras en el manejo de residuos sólidos domiciliarios, de manera más puntual con respecto a los residuos orgánicos y/o compostables.*

En la figura 19 se muestra que , el 68.6% de los encuestados, que representa a 70 personas, considera que en los ultimos años la Municipalidad distrital de Víctor Larco , no ha tenido ninguna mejora en el manejo de residuos sólidos domésticos orgánicos. Mientras que el 31.4%; es decir 32 de los encuestados , considera que si hubieron dichas mejoras.



**Figura 20.** Porcentaje de personas que estarían dispuestos a adquirir un servicio privado que se encargue de la recolección, tratamiento y revalorización de los residuos sólidos en su hogar.

En la figura 20, se muestra que el 46.1% de los encuestados si estaria dispuesto a adquirir un servicio privado que se encargue de la recolección, tratamiento y revalorización de los residuos sólidos en su hogar. Del mismo modo, el mismo porcentaje de los encuestados señala que tal vez adquirira el servicio si lo evalua más a fondo , mientras que el 7.8% señala que no le parece un servicio necesario.



**Figura 21.** Porcentaje de personas que considera que el uso de composteras en los hogares para la disposición y tratamiento de los RSD orgánicos generaría un impacto ambiental positivo y un mejoramiento en la gestión y manejo de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad.

En la figura 21, se muestra grafucamente que el 85.3% de los encuestados considera que el usar composteras en los hogares para el trataiento de los residuos sólidos domésticos orgánicos generaria un imapacto ambiental positivo y además mejoraría la gestión de residuos en la ciudad. Mientras que un 8.8% considera que el uso de composteras tal vez generaría dichos impactos y mejoras. Finalmente solo el 5.9% de los encuestados considera que el uso de composteras en los hogares no generaría ninguna mejora en la gestión de residuos ni impactos ambientales positivos.

### 3.4 Diseño de un prototipo de compostera casera para la segregación de residuos sólidos domésticos orgánicos.



**Figura 22.** *Prototipo de compostera casera vertical.*

*Nota.* La figura muestra la propuesta de un prototipo de compostera casera vertical

**Tabla 12.**

*Características del prototipo de compostera casera para la segregación de residuos sólidos domésticos orgánicos.*

<b>Diseño de la compostera:</b>		<b>Metodología de la compostera:</b>
<b>Vertical o continuo</b>		<b>Método de Compostaje Takakura</b>
El recipiente descansa sobre su base y su funcionamiento consiste en que el material fresco a compostar se añade por la parte superior y el material compostado se extrae por la parte inferior.		Consiste en realizar el compostaje en pequeños cajones, perfecto para personas sin mucho espacio, además se usa un <b>composte semilla</b> como acelerador del proceso dentro de la compostera.
<b>TAMAÑOS</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>ESPACIOS</b>
Pequeña	De 15 A 50 Litros	Ideal para departamentos
Mediana	De 100 a 300 Litros	Ideal para casas medianas sin jardín y/o patio
Grande	De 350 a 500 Litros	Ideal para casas grandes con jardín y/o patio
<b>BENEFICIOS DEL DISEÑO</b>		<b>MODO DE USO</b>
De uso sencillo		Almacenar los residuos orgánicos que pueden ser ingresados a la compostera.
No ocupa mucho espacio, ideal para hogares pequeños		Trozarlos en partes pequeñas.
Gracias al acelerante (composte semilla), el proceso de compostaje se da de manera más rápida evitando así la saturación de la compostera		Ingresarlos a la compostera.
		Mezclar los residuos ingresados con el composte semilla.
		Cubrir la mezcla con una capa ligera de composte semilla.
		Cerrar la compostera y esperar de 3 a 6 semanas.
		Usar el compost en tus plantas.

*Nota.* La tabla muestra de manera resumida las características generales del diseño del prototipo de la compostera casera. Además, se menciona su modo de uso y sus beneficios.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

La presente investigación recolecta datos de carácter relevante sobre la constante problemática del manejo, disposición y segregación de los RSD en el Perú, haciendo hincapié en los RSO. Después de revisar diversos estudios sobre la gestión de los RSD en el Perú; se obtuvo que, más del 50% de los residuos que se generan, en diferentes ciudades de las tres regiones, son de origen orgánico; es decir, pueden ser compostables. Sin embargo, las personas, por falta de conocimiento, educación y la ausencia de políticas y programas ambientales adecuados por parte de las autoridades para tratar estos RSO, los arrojan a la basura junto con todos los otros residuos de diferente composición como: plástico, papel, cartón etc.; los cuales pueden ser reciclados y valorizados.

Prueba de lo antes mencionado, se presentaron estudios de caracterización de los RSM que fueron realizados en las ciudades de Trujillo, Lima, Puno, Junin, Iquitos y San Martín, en las concluyen que más del 50% de los RSD que se generan en los hogares son orgánicos; además, estos suelen mezclarse con residuos peligrosos como medicamentos o metales en forma de pilas o chatarra. Esto se debe a la desinformación de las personas sobre una correcta segregación de los residuos; pero sobre todo, se debe a la falta de implementación de programas de valorización de RSD por parte de las Municipalidades a lo largo del país, y su falta de llegada a la población.

Por otro lado, la Ley de Gestión integral de Residuos Sólidos, que tiene como finalidad simplificar los trámites para inversionistas que quieran dedicarse al tratamiento de dichos residuos y propone las bases para el desarrollo de la industrialización del reciclaje, involucrar a la ciudadanía inculcando conductas adecuadas para la segregación y disposición de los residuos e imponiendo un tributo por limpieza pública. Del mismo modo, señala a los

municipios como principales responsables del servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos a todos los vecinos. Además, recalca que estas tienen el rol de cobrar por ese servicio y de velar por la salud pública, manteniendo las ciudades libres de vectores. Las Municipalidades deberán lograr esto, mejorando su capacidad técnica para planificar, operar y supervisar los servicios, creando rutas de recolección; sistemas de acopio, transferencia y tratamiento de residuos; valorización y reciclaje; disposición final. A pesar, de lo antes mencionado, la realidad está muy lejos de los objetivos que esta ley exige. Factores como, la antes mencionada falta de capacitación y educación ambiental por parte de los ciudadanos, sumado a la falta de apoyo y/o beneficios tributarios a las empresas privadas que quieran dedicarse al rubro de tratamiento de estos RSD.

Por su parte, la inexistencia de una Planta de Tratamiento de residuos sólidos domésticos en las ciudades, y la falta de presupuesto destinado a proyectos para tratar esta problemática, generan diversos problemas en los habitantes como el incremento de riesgos a la salud pública al no disponer de los RSD de manera adecuada y su presencia en áreas públicas como calles, parques, etc. O en el mejor de los casos en “botaderos controlados”; pueden convertirse en focos para la propagación de diversas enfermedades.

El distrito de Víctor Larco Herrera, al pertenecer a la ciudad de Trujillo, y es parte de su gestión de residuos; por lo tanto, todos los residuos recogidos en los diferentes sectores del distrito terminan en el mismo lugar que todos los desechos de la ciudad, en el Botadero Controlado El Milagro, el cual ya cumplió su vida útil hace bastante tiempo y ha excedido su capacidad. Este alberga todo tipo de residuos, desde orgánicos, inorgánicos hasta peligrosos; pero en su mayoría los primeros.



La cantidad proyectada de residuos sólidos municipales, que se dispone en el botadero controlado el Milagro, es de 616,632.76 Kg/día, de los cuales 26,249.84 Kg/día provienen del distrito de VLH, siendo el quinto distrito con mayor generación de residuos. Del mismo modo, cabe recalcar un dato de vital importancia y la razón de esta investigación, el 70% de los residuos que llegan diariamente a este botadero son de origen orgánico, los cuales generan gran contaminación y enfermedades en la población y en la tierra, ya que se producen gran cantidad de gas metano, altamente dañino, que causa males respiratorios, cardíacos, entre otros. Una investigación realizada por La Revista Cubana de Higiene y Epidemiología (2014) acerca de daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. Concluyó en que la inadecuada disposición de los RSD generan enfermedades en su mayoría respiratorias; sin embargo, también producen parasitismo intestinal, diarrea, dengue y malaria. El estudio asegura que, los botaderos abiertos facilitan el acceso a los desechos por parte de animales domésticos y, por consiguiente, la potencial diseminación de enfermedades y contaminantes químicos a través de la cadena alimenticia, puede conllevar a la aparición de enfermedades parasitarias y diarreicas. Además, el polvo llevado desde un botadero abierto por el viento, puede portar agentes patógenos y materiales peligrosos que junto con el humo generado de la quema de basura en estos botaderos constituye un importante irritante respiratorio y puede hacer que las poblaciones afectadas tengan mucha más susceptibilidad a las enfermedades respiratorias. Todo esto se ve reflejado actualmente en el aumento de enfermedades respiratorias en la ciudad y la disminución de la calidad del aire.

Otro problema, originado por la falta de una adecuada disposición y tratamiento de los RSD, es el deterioro de paisaje y ambiente, cada vez es más común encontrar basura en diversos ecosistemas y puntos de la ciudad, como en playas, ríos, o zonas arqueológicas, calles, etc.

Esto debido al aumento poblacional, que trae consigo un aumento en la generación per cápita de RSD. El constante malestar social ante este desorden en el manejo de los RSD, es innegable; cada vez que puede la población pide las mejoras de este.

La realidad descrita en párrafos anteriores, se ve reflejada en la encuesta realizada, en la cual participaron 102 habitantes del distrito de VLH, de los cuales 78 de los encuestados; es decir, el 76.5%, señalan que el residuo de mayor cantidad generado en su hogar, son las sobras de alimentos (residuos orgánicos). Además, 66 de los encuestados; es decir, el 64.7% señala que los residuos que entregan al camión compactador de basura son una mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos, esto se debe a que existe un solo tipo de camión de basura, y recoge todo tipo de residuos sin importar su origen. Dando inicio al incorrecto almacenamiento de los RSD; ya que al mezclar los residuos orgánicos con inorgánicos dificulta el tratamiento de ambos. Otro dato importante obtenido en la encuesta, es que el 57.8% de los encuestados, opina que la gestión de RSD de la MDVLH es mala; es decir, no cumple ni con sus expectativas ni realiza sus labores adecuadamente. Esto se ve reflejado en el 83.3% de los encuestados que señalaron no tener conocimiento del Plan distrital de Manejo de residuos sólidos del distrito VLH, a pesar de que una de las metas de dicho plan es fomentar los objetivos que tienen, y mejorar la educación ambiental hacia los habitantes del distrito, esto no se ve reflejado en la realidad. Del mismo modo, el 68.6% de los encuestados consideran que en los últimos años la MDVLH no ha tenido ninguna mejora en el manejo de residuos sólidos domiciliarios puntualmente en residuos orgánicos e inorgánicos; es decir, los habitantes del distrito no sienten que la gestión de sus residuos haya mejorado; a pesar de que la MDVLH ya cuenta con un plan cuyos objetivos están destinados a efectuar mejoras en su gestión.

Por otro lado, el 83% de los encuestados aseguró que estaría dispuesto a adquirir una compostera diseñada especialmente para su hogar y facilitar el proceso. Esto concuerda con los resultados de la encuesta del estudio de caracterización de los residuos de VLH, donde 98% de los habitantes del distrito de VLH, asegura estar dispuesto a separar sus residuos. Al comparar las respuestas obtenidas en la encuesta realizada, con el cuestionario realizado en el Estudio de Caracterización de RSD del distrito de VLH en el año 2019, el cual muestra que la materia orgánica fue y sigue siendo el principal desecho que generan los hogares en el distrito; asimismo, muchos de los problemas siguen persistiendo actualmente, como la falta de segregación de los residuos en los hogares, en el estudio del 2019 al igual que en la encuesta realizada en el presente trabajo, las familias respondieron que no aprovechan sus residuos orgánicos y lo arrojan a la basura junto con sus los demás residuos; además, recalcan la falta de programas de reciclaje y/o reutilización del plástico, papel y cartón por parte de la Municipalidad del distrito y la carencia de información de políticas ambientales por parte de la misma. De igual manera, en ambas encuestas un porcentaje relevante de los encuestados señalan estar dispuestos a separar los residuos en sus hogares y adquirir un servicio para el tratamiento de los mismos.

Ambos resultados guardan relación entre sí y reflejan el cambio que los ciudadanos buscan en la gestión de los RSO en sus hogares y que están dispuestos a ser parte de este; sin embargo, no encuentran aún las suficientes facilidades por parte de la municipalidad para realizarlo. Es por eso, que el prototipo de diseño de compostera casera presentado en la presente investigación, es un proyecto estratégico y económica factible, para lograr el cambio que se busca, y poder cumplir los objetivos de reducción de RSD y valorización de los mismos planteados en la Ley de Gestión de Residuos Sólidos, ya que este prioriza la inversión pública y privada que esté enfocada al servicio del tratamiento de RSD.

El diseño de compostera planteado es de tipo vertical / continuo; es decir, vertical porque el recipiente descansa sobre su base y continuo porque el material que se va a compostar ingresa por la compuerta de entrada y una vez terminado el proceso de compostaje sale por la compuerta de salida. Este tipo de compostera, es ideal para hogares de todo tipo (apartamentos, casas medianas, casas grandes); puesto que, el mayor residuo que se genera en estos son residuos orgánicos, especialmente restos de cocina como vegetales, frutas, cascaras de huevo de frutos secos, etc. Los cuales son residuos compostables, al ser residuos de cocina son generados prácticamente todos los días, es por eso que a este modelo continuo se le complementó con el modelo de compostaje Takakura, que es como una especie de compostaje diseñado para lugares que no tengan mucho espacio para compostar, y debido al 58.8% de los encuestados vive en departamentos, este método es ideal para ellos. La técnica se basa en usar composteras tipo cajones, es por eso que el modelo de compostera presentado plantea el uso de composteras pequeñas desde 15L hasta composteras de 500L para casas más grandes con patio y/o jardín. Además, el diseño incluye una infografía virtual, la cual se puede escanear, para facilitar la experiencia del usuario, la cual contiene el modo de empleo y mantenimiento de la compostera presentada. (ver anexo 4)

Otro motivo por el cual se decidió complementar el diseño de la compostera con ese método es que, se diferencia con el proceso de compostaje normal porque este mezcla en la compostera los residuos destinados para este proceso con un acelerante llamado **composte semilla**, el cual es un tipo de compost primario con alto contenido de microorganismo fermentativo, los cuales ayudan a acelerar el proceso de compostaje y durara meses, puede llegar a desarrollarse en 3 o 4 semanas. Esto ocurre debido a que los microorganismos fermentativos que se adaptan perfectamente al compostaje existen cerca de nuestros alrededores, al insertarlos en el proceso de cualquiera compostaje y mediante el uso efectivo

de los microorganismos fermentativos posibilita la producción de gran cantidad de compostaje en un espacio pequeño y en un período corto de tiempo. Así, el composte se va retirando por el método continuo y se evita la saturación de la compostera.

El Método de compostaje Takakura fue desarrollado en Surabaya, Indonesia, ciudad donde este método fue implementado y para el año 2008 logró reducir en un 20% la reducción de residuos en toda la ciudad a través del compostaje. La ciudad pudo lograr esto mediante la repartición gratuitamente de 16.000 cestos para compost hogareños durante cuatro años. Sumado a esto, implementaron 13 centros de compostaje en puntos estratégicos de la ciudad. El método Takakura es tan efectivo que una investigación llamada “Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica”, desarrollada por Chaves-Arias 1 & et all, en el año 2019. En la cual se compararon 3 métodos de compostaje: Takakura (TK), Microorganismos de Montaña (MM) y Pellets (P). La investigación concluyó que para tratar los residuos sólidos biodegradables, los tres métodos cumplieron en general, ya que se presentó una reducción de los residuos. Sin embargo, la mezcla TK fue la que brindó los mejores resultados. Presentando las temperaturas más altas: 53. 39 C°, que fue el máximo valor promedio alcanzado.

Respecto al pH, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p= 0,5740$ ) y todos estuvieron cercanos a un pH neutro al final del proceso de compostaje, lo cual es adecuado para el mismo. El parámetro de humedad, las altas temperaturas alcanzadas en el método TK, provocaron una humedad ideal para el proceso de compostaje, superando a los demás tratamientos. Asimismo, el TK y MM presentaron los menores costos por kilogramo de residuo biodegradable tratado, sin embargo, al tomar todas las variables analizadas, el TK supera al MM, por lo que, el estudio asegura que este método es una buena alternativa de valorización de residuos, ya que se logra interiorizar las externalidades al aprovechar el

residuo sólido y sacarlo de la corriente de descarte; además de ser una solución de bajo costo, eficiente y segura, lo que permite crear un ciclo integral de los residuos que se generan, permitiendo así el cumplimiento de las metas de reducción y valorización de RSD trazadas en el PIGARS, Plan distrital de Manejo de residuos sólidos del distrito de VLH y la Ley de Gestión Integral de Residuos.

Finalmente, el presente proyecto plantea la implementación de un sistema de compostaje en los hogares de diseño continuo / vertical utilizando el método Takakura, ya sea por parte de la MDVLH o del sector privado o de ambos en conjuntos, para así reducir las brechas existentes en el ámbito de la gestión de RSD para lograr frenar el problema de estos; puesto que, conforme la población aumenta este problema también. El diseño presentado se adecua a las necesidades y tamaños de los diferentes hogares victorlarquenses; del mismo modo es de uso sencillo y el manual de instrucciones es bastante preciso y simple con la información, para que pueda ser entendido y usado por todos los habitantes, incluso sin previo conocimiento sobre el compostaje.

Se calcula que para el año 2025 la población del distrito de VLH será de 80 898 habitantes, aumentando la GPC de RSD; es por eso que la implementación de proyectos de tratamiento y valorización de residuos tan simples como el de compostar harían una gran diferencia en la gestión de RSD del distrito e incluso de la ciudad. No obstante, el prototipo de compostera presentado, puede ser usado no solo en el distrito de VLH; sino que también puede ser implementado en otros distritos de la ciudad de Trujillo; incluso en zonas rurales alejadas ubicadas en diferentes puntos de la región y/o del país, lugares donde la gestión de los RSD es aún más precaria y difícil de acceder.

Para complementar el trabajo, se sugiere llevar a cabo el prototipo en físico y evaluar sus parámetros en un laboratorio; asimismo, seleccionar una muestra de hogares donde se

implemente este diseño de compostera, para poder determinar la cantidad exacta de residuos orgánicos que puede compostar y la cantidad de compost que puede generar, con el fin de realizar mejoras en el diseño de ser necesarias.

## 4.2 Conclusiones

La investigación obtuvo las siguientes conclusiones:

- Se diseñó un prototipo de compostera casera de tipo vertical / continua usando el método Takakura; para la segregación de RSD a partir de la Materia Orgánica generada en los hogares.
- Se determinó la composición química y biológica de la MO a partir de los residuos sólidos domiciliarios en las tres regiones de Perú, los cuales están conformados en su mayor parte por : residuos orgánicos; luego siguen los plásticos, cartón, papel, medicinas y metales.
- Se comparó el tratamiento y la disposición final de los RSD actuales frente a lo establecido Plan distrital de Manejo de Residuos Sólidos del distrito de Victor Larco Herrera, el cual no cumple en su mayoría con los objetivos trazados en el plan
- Se realizó una encuesta virtual sobre el manejo y disposición de RSD a los habitantes del distrito de Victor Larco Herrera.
- Se diseñó una propuesta de compostaje a partir de la MO de los RSD la cual facilitará el manejo de las composteras mediante infografías virtuales del uso y mantenimiento de las mismas.

## REFERENCIAS

- Aurazo, J. (2018, July 15). La Libertad: el botadero de Trujillo lleva dos años colapsado. Retrieved November 23, 2021, from El Comercio Perú website: <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/libertad-botadero-trujillo-lleva-dos-anos-colapsado-noticia-536195-noticia/?ref=ecr>
- Fernandez, F. (2019, February 19). Colapsa relleno sanitario en El Milagro y trabajadores optan por quemar la basura (FOTOS). Retrieved November 23, 2021, from Correo website: <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/colapsa-relleno-sanitario-en-el-milagro-y-trabajadores-optan-por-quemar-la-basura-fotos-871511/?ref=dcr>
- Talina Mosquera. (1970). El 57% de la basura puede reusarse por ser orgánica - El Comercio. Retrieved November 23, 2021, from El Comercio website: <https://www.elcomercio.com/actualidad/basura-reusarse-organica-desperdicios-emaseo.html>
- World Bank Group. (2018, September 20). Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. Retrieved November 23, 2021, from World Bank website: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Redacción Gestión. (2017, September 10). Perú solo recicla el 15% de la basura que genera diariamente. Retrieved November 23, 2021, from Gestión website: <https://gestion.pe/economia/empresas/peru-recicla-15-basura-genera-diariamente-143243-noticia/?ref=gesr>



- De Posgrado, E. (n.d.). UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN -TACNA. Retrieved from [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1030/TM186\\_Cordova\\_Mamani\\_NR%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1030/TM186_Cordova_Mamani_NR%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mendoza Juárez, M. (2012). Retrieved from [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING\\_515.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_515.pdf?sequence=1)
- Mino, F., & Esperanza, B. (2019). Universidad de Lambayeque facultad de ciencias de ingeniería escuela profesional de ingeniería ambiental tesis caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Íllimo para generar una propuesta de valorización orgánica, 2019 presentada para optar el título de ingeniero ambiental Autor: PÉREZ REÁTEGUI ALICIA FIORELA Asesor. Retrieved from <https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/311/1/TESIS%20PEREZ%20REATEGUI.pdf>
- Janeth, E., Vela Bachiller, S., & Ambiental, G. (2016). UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA FACULTAD DE AGRONOMÍA. Retrieved from [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4070/Eli da\\_Tesis\\_T%C3%ADtulo\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4070/Eli da_Tesis_T%C3%ADtulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO No de Registro..... (n.d.). Retrieved from <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5151/Tesis%20Doctorado%20-%20Ezaine%20Carranza%20Rengifo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Diagnostico, De, S., Solidos, R., La, E., & De Huancane, C. (2014). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA BACH. MELANIO MAMANI APAZA PARA OPTAR ÉL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO AGRÍCOLA. Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4576/Mamani\\_Apaza\\_Melanio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4576/Mamani_Apaza_Melanio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- El, V. (2019). UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL. Retrieved from [http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/147/1/Nauto\\_Ruben\\_Trabajo\\_Suficiencia\\_2019.pdf](http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/147/1/Nauto_Ruben_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf)
- Robles Garrote, P., Del, M., Rojas, C., Garrote, R., & Rojas, P. (n.d.). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada Validation by expert judgements: two cases of qualitative research in Applied Linguistics. Retrieved from [https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo\\_55002aca89c37.pdf](https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo_55002aca89c37.pdf)
- Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba CRISTIAN YAIR ARENAS OSORNO UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA FACULTAD DE INGENIERIAS MAESTRÍA EN CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS. (2017). Retrieved from <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3303/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20integral%20de%20compostaje%20para%20el%20tratamiento.pdf?sequence=1>


- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos de la Municipalidad Distrital de Víctor Larco, 2019 | SIAL Trujillo | Sistema Local de Información Ambiental. (2019). Retrieved November 23, 2021, from Segat.gob.pe website: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/estudio-caracterizacion-residuos-solidos-municipalidad-distrital>
- UNIVERSIDAD PERUANA UNION. (n.d.). Retrieved from [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3378/Geidy\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3378/Geidy_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. (n.d.). Retrieved from [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2710/Miryan\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2710/Miryan_Trabajo_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Saldivar-de Salinas, L. R., Villar, L., Valleau, V., & Barrios-Leiva, O. (2021). Solid waste management system for the National University of Asunción, Paraguay. Period 2015-2019. Población Y Desarrollo, 27(52), 15–29. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2021.027.52.015>
- Ley General de Residuos Sólidos LEY No 27314 (\*) DEROGADA por la Única Disposición Complementaria Derogatoria del Decreto Legislativo. (n.d.). Retrieved from [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/1\\_%20Ley%2027314.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/1_%20Ley%2027314.pdf)
- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. (2016). Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/IMPRIMIR-PLANRES-2016-2024-25-07-16.pdf>

- Manual práctico de técnicas de Compostaje. (2021). Retrieved November 23, 2021, from Abarrataldea.org website: <https://www.abarrataldea.org/manual.htm>
- Método Takakura para compostar en casa o en el trabajo. (2020, May 4). Retrieved November 23, 2021, from Compostando Ciencia website: <http://www.compostandociencia.com/2020/05/metodo-takakura-para-compostar-en-casa-o-en-el-trabajo/>
- Diseño de un reactor de compostaje a pequeña escala (Composta en Red, Madrid, 18 y 19 de octubre de 2018). (2018, October 17). Retrieved November 23, 2021, from Compostando Ciencia website: <http://www.compostandociencia.com/2018/10/disenio-de-un-reactor-de-compostaje-a-pequena-escala-composta-en-red-madrid-18-y-19-de-octubre-de-2018/>
- Sistemas de compostaje a escala doméstica. Compostaje en macetas del sistema FUSBIC. (2017, April 23). Retrieved November 23, 2021, from Compostando Ciencia website: <http://www.compostandociencia.com/2017/04/sistemas-de-compostaje-a-escala-domestica-compostaje-en-macetas-del-sistema-fusbic/>
- Manual de Compostaje Domiciliario. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible Argentina. (2020, agosto). Recuperado el 20 de noviembre de [http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/029\\_ManualCompostDomiciliario\\_AGO20%20\(1\).pdf](http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/029_ManualCompostDomiciliario_AGO20%20(1).pdf)
- Elieser, M., & Guerra, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste Health damage due to poor disposal of solid and liquid wastes in Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene Y Epidemiología*, 52(2), 270–277. Retrieved from <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubhigepi/chi-2014/chi142k.pdf>


- Problemática Ambiental del Botadero Controlado El Milagro. Leopoldo, & Vargas, G. (2017). Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/politicas/wp-content/uploads/sites/17/2017/03/LA-LIBERTAD.compressed.pdf>

## ANEXOS:

### Anexo n° 1. Formato de evaluación por juicio de expertos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		TALLER DE TESIS 2		
<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de la investigación:</b>	"SEGREGACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS PARA LA PREPARACION DE COMPOSTERAS DOMICILIARIAS"			
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo sostenible y gestión empresarial:			
<b>Sublínea de la investigación :</b>	Gestión de residuos y excedentes industriales			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	WILBERTO EFFIO QUEZADA			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Variable independiente: diseño de la compostera			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?		X	Deben ser de manera sencilla las preguntas y algunas más cortas
<b>Sugerencias:</b> Tener en cuenta que la encuesta va a pobladores y no todo tienen un conocimiento vasto del tema, por lo que las preguntas deben ser sencilla y porque no medir el tema si conocen el tema de segregación de residuos				
<b>Firma del experto:</b>				
CIP 229840				
				

Anexo nº 2. Formato de evaluación por juicio de expertos



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE

TALLER DE TESIS 2

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS


Título de la investigación:	“SEGREGACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS PARA LA PREPARACION DE COMPOSTERAS DOMICILIARIAS”		
Línea de investigación:	Desarrollo sostenible y gestión empresarial:		
Sublínea de la investigación :	Gestión de residuos y excedentes industriales.		
Apellidos y nombres del experto:			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Variable independiente: diseño de la compostera		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:  
Ninguna

Firma del experto:



Javier A. Cosca Cabanillas  
ING. METALURGISTA  
R. OIP 115744

Anexo n° 3. Formato de evaluación por juicio de expertos

Título de la investigación:		“SEGREGACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS PARA LA PREPARACION DE COMPOSTERAS DOMICILIARIAS”	
Línea de investigación:		Desarrollo sostenible y gestión empresarial:	
Sublínea de la investigación:		Gestión de residuos y excedentes industriales	
Apellidos y nombres del experto:		Ing. Renato Miñano	
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Variable independiente: diseño de la compostera	


Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

Firma del experto:

CIP: 69927



ELVAR RENATO MIÑANO ME  
DNI N° 8139981  
RUC N° 1081309818



**Anexo n°4 . Código QR sobre el manual de uso de la compostera**



**Anexo nº 5.** Diseño de compostera casera

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE COMPOSTERA CASERA DE TIPO CONTINUA USANDO EL MÉTODO DE COMPOSTAJE TAKAKURA PARA LA SEGREGACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS**

**I.- Definición de compostaje**

Según Tortosa (2016) , el compostaje es la adaptación en condiciones controladas del proceso natural de descomposición de la materia orgánica mediante procesos microbilógicos y procesos aeróbicos ; para la transformación de la materia orgánica en. Un producto estable con características húmicas llamado compost.

**II.- Tipos de compostaje según su tamaño :**

Tortosa (2016), divide el compostaje en cuatro grupos:

**Tabla 13.**

*Tipos de compostaje según su tamaño.*

<b>Compostaje industrial</b>	<b>Compostaje comunitario</b>	<b>Compostaje doméstico</b>	<b>Compostaje a pequeña escala</b>
Utilizado para un gran volumen de residuos	De 1000 a 1500 L	De 100 a 500L	De 50 a 100 L
Se utiliza todo tipo de residuos orgánicos	Se utiliza todo tipo de residuos orgánicos	Se utiliza biorresiduos: restos vegetales y de comida	Se utiliza biorresiduos: restos vegetales y de comida
Incorporación de residuos es discontinua	Incorporación de residuos es continua	Incorporación de residuos es continua	Incorporación de residuos es continua y discontinua

*Nota.* La tabla muestra las características de los 4 tipos de compostaje según su tamaño

### III.- Fases del compostaje

Durante el compostaje la materia atraviesa diferentes fases según la temperatura generada durante el proceso, a gran escala se reconocen tres etapas ; además de una etapa de maduración . Las diferentes fases del compostaje se dividen en:

**a) Fase Mesófila:** Comienza cuando las diferentes capas de material seco y orgánico fueron colocados, empieza a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45 °C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días). (FAO, 2013)

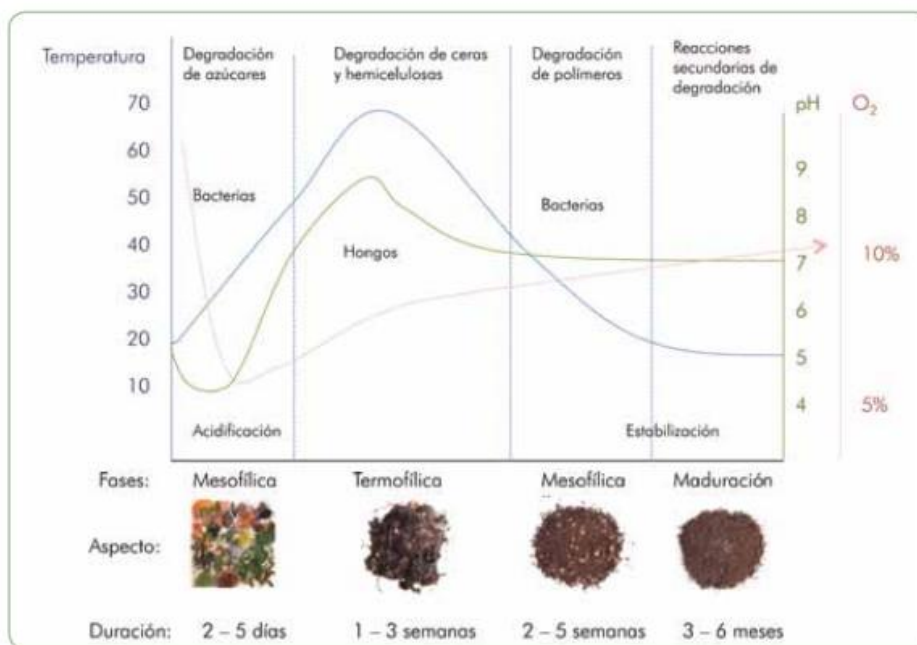
**b) Fase Termófila o Higienización:** Esta fase se da cuando el material alcanza temperaturas mayores a los 45° C; los microorganismos mesófilos, de temperaturas medias, son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas (bacterias termófilas), quienes actúan degradando fuente más compleja de C como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco, por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización porque el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como Escherichia coli y Salmonella spp. (FAO, 2013)

**c) Fase de enfriamiento o Mesófila II:** Una vez agotadas las fuentes de carbono y el nitrógeno, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45 °C. Mientras tanto, continúa

la degradación de polímeros como la celulosa . Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. (FAO, 2013)

**d) Fase de maduración :** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. (FAO,2013)



**Figura 23.** *Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje*

*Nota.* La figura muestra los parámetros de temperatura, oxígeno y pH durante el compostaje. Fuente: FAO, 2013

#### IV- Parámetros de monitoreo durante el compostaje

Debido a que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se debe tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción, Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de substrato, temperatura, pH y la relación C:N. Es necesario, saber los rangos óptimos en los que deben estar dentro los

parámetros mencionados, para asegurar la calidad del compost. A continuación se señalan los parámetros y sus rangos óptimos.

### **Oxígeno**

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando, a su vez, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a la atmósfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termófila.

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10%. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) o metano ( $\text{CH}_4$ ) en exceso. (FAO, 2013)

**Tabla 14.**

*Rangos ideales de oxígeno.*

Porcentaje de aireación	Problema	Soluciones
<5% Baja aireación	Produce déficit en la evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Aumentar el volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación.
<b>5% - 15% Rango ideal</b>		
>15% Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, provoca que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)

*Nota.* Extraído del manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013)

### **Humedad:**

Jiménez (2018), señala que la humedad en el compostaje está relacionada con el contenido de agua de los materiales originales, la actividad biológica, el contenido de oxígeno, la porosidad de los materiales y la temperatura. Además, asegura que los microorganismos requieren de agua para asimilar nutrientes, metabolizar nuevas células, catalizar biomoléculas y reproducirse. Por otro lado, Bueno 2010, indica que la humedad máxima en un proceso de compostaje dependerá de la porosidad y absorción de los materiales, sin embargo, un contenido entre 50 – 70% es recomendado como óptimo. La humedad tiende a disminuir con el avance del proceso de compostaje, debido a la evaporación. Si la humedad baja del 40% la actividad biológica disminuye y la descomposición se vuelve lenta, debido

a que los nutrientes ya no están disponibles para los microorganismos por no estar en un medio acuoso. La actividad de estos es completamente inhibida por debajo del 15% de humedad

En procesos en que los principales componentes sean substratos tales como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en los materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped. Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la “técnica del puño”, la cual será explicada más adelante. (FAO,2013)

**Tabla 15.**

*Rangos ideales de Humedad.*

Porcentaje de humedad	Problema	Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los procesos de degradación de los microorganismos
		Aumentar la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
<b>45% - 60% Rango ideal</b>		
>60%	Humedad en exceso	Humedad en exceso donde el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis y con estas a la pérdida de microorganismos.
		Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como aserrines, paja u hojas secas.

*Nota.* Extraído del manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013)

### Temperatura:

El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ningún calentamiento externo, para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.(FAO, 2013)

**Tabla 16.**

*Tabla de control de la temperatura.*

Temperatura (°C)	Causas Asociadas	Soluciones
(T de las pilas < 35°C)	Humedad insuficiente.	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja. Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada. Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C:N.	El material tiene una alta relación C: N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana. Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
(T de las pilas >70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura será demasiada alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta



facilitar la terminación del proceso.

degradación (madera, o pasto seco) para que ralente el proceso.

*Nota.* Extraído del manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013)

### pH :

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). Al principio del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2. (FAO, 2013)

### Tabla 17.

*Parámetros de pH óptimos.*

pH	Causas asociadas	Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>4,5 – 8,5 Rango ideal</b>		
>8,5	Exceso de nitrógeno	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

*Nota.* Extraído del manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013)

### Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

La relación C:N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar.- Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1. (FAO,2013)

**Tabla 18.**

*Relación C:N.*

C:N		Causas asociadas	Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>15:1 – 35:1 Rango ideal</b>			
<15:1	Exceso de nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

*Nota.* Extraído del manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013)

**Tamaño de partícula:** El tamaño de las partículas , esta relacionado con la actividad microbiana dentro de la compostera.Por lo tanto, si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm .

**Tabla 19.**

*Control del tamaño de la partícula.*

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

*Nota.* Extraído del manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013)

## V.- Sistemas de compostaje

Existen diferentes técnicas de compostaje, sin embargo generalmente se dividen en sistemas cerrados y abiertos . Los sistemas abiertos se realizan al aire libre en pilas y los sistemas cerrados se realizan en recipientes o bajo un techo.

### a) Sistemas abiertos o en pilas

Este sistema de compostaje se aplica cuando los residuos para compostar son variados y su cantidad es mayor a 1m<sup>3</sup> . Estas pilas , por su cantidad suele ser mayormente de uso industrial. Primero se acumula todos los residuos que se vana compostar , previamente cortados en trozos pequeños y los espacimos en el el suelo en el área determianda para llevar este proceso , luego se coloca encima una capa de tierra .



**Figura 24.** *Fotografía de pilas de compostaje*

Nota. En la figura se observa la formación de pilas de compostaje como parte de un sistema abierto.

#### **b) Sistemas cerrados**

Este método es el más adecuado para su uso a nivel familiar en pequeños hogares. Puesto que, al estar en un recipiente, protege el material de la lluvia, vientos fuertes y otros sucesos meteorológicos que pueden dañar el proceso de compostaje. Asimismo, facilita la extracción de los lixiviados, y las labores de volteo que el compost necesita. Una desventaja es que, este método puede alcanzar altas temperaturas; por lo tanto, el controlar los parámetros cobra especial relevancia. Los materiales para construir una compostera con un sistema cerrado son diversos, esta puede estar hecha de madera, ladrillos, bidón de plástico, etc. Además, cabe recalcar que existen dos tipos de composteras con sistema cerrado y son las siguientes:

#### **Compostera vertical o continua**

La FAO, señala que este diseño se basa en que el recipiente descansa sobre su base. El funcionamiento consiste en que el material fresco a compostar se añade por la parte superior y el material compostado se extrae por la parte inferior.

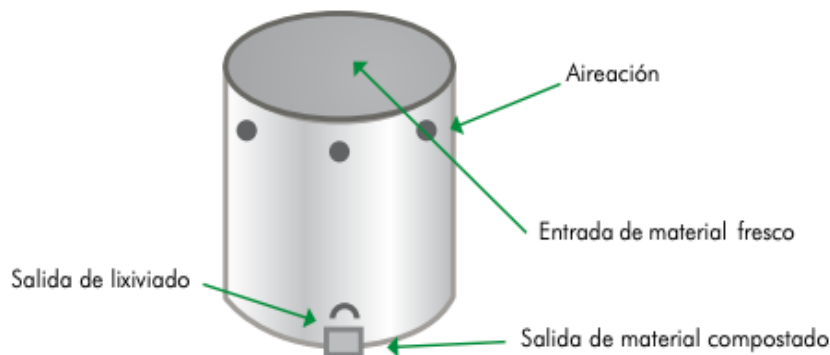
A continuación se mostraran las ventajas y desventajas de dicho sistema:

**Tabla 20.**

*Ventajas y desventajas de la compostera vertical.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Su manipulación es sencilla	Dificultad al mezclar los materiales
Necesita poca inversión	Propenso a que la humedad no sea uniforme
Se adecuado a espacios pequeños	
Se tiene un mejor control de los lixiviados	

*Nota.* La tabla muestra las ventajas y desventajas del uso de una compostera vertical



**Figura 25.** *Ilustración de compostera vertical.*

*Nota.* La salida del lixiviado es normalmente una llave o grifo que se puede abrir cada semana de manera manual para extraer los líquidos sobrantes Fuente: FAO, 2013.

### **Compostera horizontal o discontinua**

Según la FAO, una compostera con un diseño horizontal o discontinuo, es aquella en la que el recipiente descansa sobre su eje longitudinal. Se dice que es discontinuo porque el proceso se realiza por cargar; es decir una vez cargada la compostera se debe dejar que el proceso de compostaje finalice para extraer el material antes de introducir una nueva carga.

**Tabla 21.**

*Ventajas y desventajas de la compostera horizontal.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Mejor distribución de la humedad	Mayor inversión
Facilidad para voltear el material	La falta de continuidad en el proceso
El material se mezcla de manera más homogénea.	Escape de lixiviados durante el volteo

*Nota.* La tabla muestra las ventajas y desventajas del uso de una compostera horizontal



**Figura 26.** *Ilustración de compostera horizontal.*

*Nota.* La figura muestra el modelo de una compostera con diseño horizontal. Fuente: FAO, 2013.

## **VI.- Diseño del prototipo de compostera casera continua mediante el Método de Compostaje Takakura**

Después de revisar la bibliografía recopilada, comparar sus ventajas y desventajas. Se tomó la decisión de realizar el diseño del prototipo de una compostera de tipo vertical/continua. Además, los datos obtenidos en la encuesta, muestra que el 35 de los 102 encuestados viven con 3 personas en su hogar; y 22 de los encuestados viven con 4 personas en su hogar. Del mismo modo, 66 de los encuestados señalaron que en su hogar se genera diariamente menos de 5kg de basura en su hogar . Además que el 58.8% de los encuestados viven en espacios pequeños como departamentos. Todos estos resultados fueron de vital importancia para realizar el diseño; puesto que, mostraron el panorama de las necesidades que tendría que satisfacer el prototipo de compostera a presentar. Por lo tanto, sumado al diseño elegido que es de tipo vertical continua, se optó por la aplicación del Método de Compostaje Takakura, el cual será explicado más adelante.

Para el desarrollo del prototipo se tomaron en cuenta las siguientes especificaciones

### **Tamaño de la compostera**

Al ser un compostaje que se realizará en los hogares el tamaño pequeño a mediano, el tamaño y capacidad de este será un factor importante al momento de la elaboración del prototipo.

Para lo cual se trabajó con dos tipos de tamaño de compostaje

#### **a) Compostaje a pequeña escala:**

Es el de tamaño más reducido de todos , ideal para realizar en una casa pequeña sin patio y/o jardín, departamentos, duplex, oficinas, espacios reducidos en general. El diseño de compostera para este tipo de compostaje, tiene la capacidad de contener entre 15 a 30 litros

de volumen de residuos orgánicos. Este tamaño de compostera es ideal para familias pequeñas conformadas de 2-4 personas aproximadamente.

#### **b) Compostaje doméstico :**

Este diseño de compostera esta dirigido hacia hogares con espacio disponible como un jardín, patio o similar. Tiene una capacidad de 100- 400 litros ; además puede cubrir los residuos generados por una familia grande entre 5-10 personas aproximadamente.

#### **Método de Compostaje Takakura**

Al analizar los datos obtenidos en la encuesta, los datos más resaltantes fueron la cantidad de personas que viven en un hogar y el tipo de vivienda en el que habitan, así como los kg de basura que generan. Es por eso, que basándonos en los resultados, se optó por complementar el tipo de compostera con el Método de Compostaje Takakura.

El método Takakura es un compostaje optimizado, que se realiza en un cajón de **volumen reducido (30-50L)** relleno de un **sustrato activado biológicamente**, con alta presencia de **microorganismos fermentativos de origen alimentario**. Se basa en preparar una “masa madre” compuesta por residuos fácilmente biodegradables como la cáscara y salvado de arroz, a los que se añade unos inoculantes caseros con microorganismos presentes en alimentos como el yogur, la leche, la cerveza, las peladuras de fruta, etc. Tras una etapa de **precompostaje** que incluye un incremento en la temperatura, este material se incorpora a los cajones, a los que se les irá incorporando residuos de comida bien troceados de forma diaria durante varias semanas o meses. (Tortosa, 2020) .

Debido a que los microorganismos fermentativos que se adaptan perfectamente al compostaje existen cerca de nuestros alrededores, cualquiera puede realizar fácilmente el compostaje descubriéndolos y cultivándolos. El uso efectivo de los microorganismos



fermentativos posibilita la producción de gran cantidad de compostaje en un espacio pequeño y en un período corto de tiempo. Además, el método es seguro y económico debido a que sólo se requieren materiales disponibles inmediatamente.

A continuación, detallaremos la elaboración del pre compostaje también llamado composte semilla, que servirá como acelerador de nuestra compostera.

#### **a) Elaboración del composte semilla o acelerante**

El diseño de compostera que se presenta en esta investigación está dirigido para hogares pequeños sin espacios específicos para una compostera, como apartamentos; y/u hogares medianos que si disponen de espacio como un patio o jardín, pero no quieren abarcar mucho de este. Es necesario que el compostaje que se realice se dé en el menor tiempo posible, es por esto que el Método de Compostaje Takakura se basa en primero realizar la preparación de un **composte semilla**, que es un pre composte mezclado con una solución de fermentación que permite el desarrollo de microorganismo que aceleran el proceso de compostaje. (ver anexo 6)

El compostaje semilla para el compostaje del residuo orgánico, puede prepararse utilizando ingredientes comunes que contienen gran cantidad de microorganismos fermentativos. La solución de fermentación es mezclada con afrecho de arroz y cascarillas de arroz para permitir el desarrollo de dichos microorganismos. (Institute for Global Environmental Strategies, 2009)

Los pasos para la preparación del composte semilla (acelerante) son los siguientes:

#### **1.- Preparación de la solución de fermentación**

Para la preparación del composte semilla que servirá como acelerante en nuestra compostera se requiera los siguientes pasos

### 1.1.- Alimentos fermentados + Agua azucarada

#### Materiales :

- Un recipiente de capacidad aprox 20litros
- Una bolsa de plástico

#### Ingredientes A:

Ingresar en el recipiente :

- Aproximadamente 50g de azúcar morena
- Aproximadamente 15 litros de agua del caño

#### Ingredientes B:

Alimentos fermentados como:

- Yogurt,
- Salsa de soja no refinada
- Vino
- Soja fermentada
- levaduras, etc.

① Colocar los “Ingredientes A” en el recipiente y mezclarlos

② Agregue los “Ingredientes B” a ① y mézclelos bien.

③ Cubra la boca del recipiente con una bolsa/lámina de plástico para proteger contra los insectos.

④ Deje las soluciones durante 3 a 5 días hasta que se desarrollen los microorganismos fermentativos.

### 1.2- Frutas y Hortalizas + Agua Salada

#### Materiales

- ◇ Recipiente de aproximadamente 5 litros
- ◇ Bolsa plástica

### **Ingredientes A:**

- Aproximadamente 15 g de sal
- Aproximadamente 4 litros de agua de caño

### **Ingredientes B:**

Cáscaras de frutas y hojas de hortalizas ejm:

- Perejil, albahaca, espinaca, berenjena, pepino, cebolla china,apiol lechuga, etc
- Uva, naranja, Manzana, papaya, etc.

No olvidar agregar las cáscaras de la fruta para intensificar la fermentación

- ① Colocar los “Ingredientes A” en el recipiente y mezclarlos
- ② Agregue los “Ingredientes B” a ① y mézclelos bien.
- ③ Cubra la boca del recipiente con una bolsa/lámina de plástico para proteger contra los insectos.

Tener en cuenta en la preparación de ambas soluciones :

- La bolsa/lámina de plástico utilizada para sellar puede hincharse debido a la emanación del gas de dióxido de carbono, pero no es una señal de fracaso.
- La mezcla tiene un olor/sabor dulce y agrio como el olor del alcohol cuando el proceso resulta satisfactorio. En cambio, la mezcla huele extraña y podrida cuando fracasa el proceso. En ese caso, reintente el procedimiento y utilice una mayor cantidad de sal si fue preparado con agua salada

## **2.- Mezcla de la solución de fermentación con un lecho de fermentación**

### **2.1.- Preparar el lecho de fermentación**

Seleccionar un terreno con un espacio amplio donde se encuentre tierra vegetal cercana para poder realizar este proceso.

#### **Materiales :**

- Cascarilla de arroz: Aprox. 1m<sup>3</sup>
- Afrecho de arroz (residuo resultante de pulir el grano de arroz ya sin cascarilla) : Aprox. 1m<sup>3</sup>
- Tierra vegetal cantidades al gusto, pero que no supere a la cantidad de cascarilla y afrecho de arroz.

### **2.2 .- Mezclar la solución de fermentación con el lecho de fermentación**

- Al lecho conformado por los 1m<sup>3</sup> de cascarilla de arroz y los 1m<sup>3</sup> de afrecho de arroz y la tierra vegetal se le ira agregando las soluciones de fermentación preparadas la “dulce” y la “salada”

#### **Recordar:**

Ir ajustando el nivel de humedad de 40 ~ 60% agregando la solución de fermentación y agua. (Si el contenido de humedad es correcto, la mezcla se convierte en una masa sin fuga de agua al exprimirse ligeramente con la mano.)

### **3.- Fermentación de la mezcla**

- Apilar la mezcla en forma trapezoidal y cubrir toda la pila con una pieza de tela respirable. (Preste atención de no permitir la entrada de insectos dañinos.)
- Colocar un termómetro de compostaje y mantener la temperatura interior en un rango de 60 a 80°C. Si la temperatura excede de los 80°C, extienda la pila para liberar el calor.)

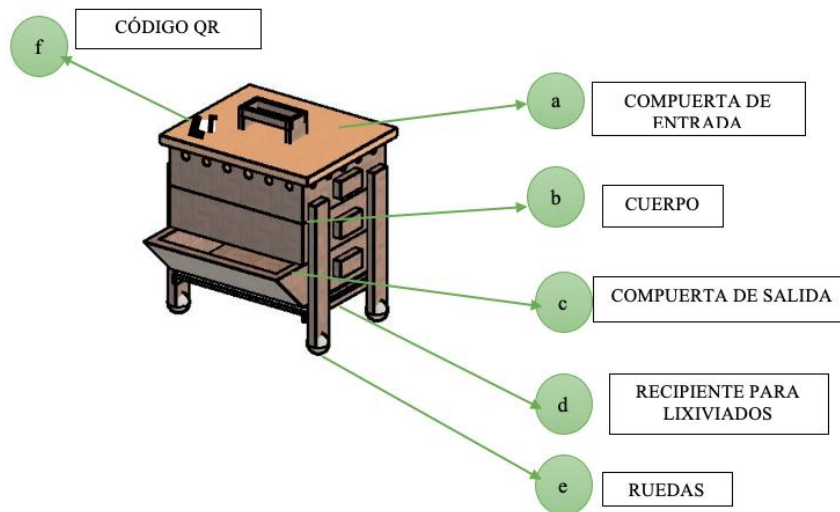
- Cuando toda la superficie de la tela queda cubierta con un moho blanco, es un indicador de que se completó la fermentación. La fermentación terminará en alrededor de **3 días**. Luego, dejar secar. (El composte semilla terminado puede almacenarse después que quede totalmente seco.
- Finalizado el proceso de secado , el compost semilla estará listo para ser usado como acelerante en la compostera.

### **Prototipo de compostera**

El prototipo de la compostera está basado en un sistema de compostaje cerrado de tipo vertical o continuo; puesto que, consta de una tapa en su parte superior por donde ingresará los materiales destinados a compostar. Está hecho de madera reciclada en su totalidad y tiene 4 ruedas para facilitar su movilidad y una bandeja debajo para facilitar retirar el exceso de lixiviados que se generen.

Además , el proceso que se lleva acabo dentro es continuo, al poseer una tapa en la parte inferior la cual se abre y se cierra, cuando el usuario requiera ir sacando su composta conforme esta vaya avanzando en sus fases hasta quedar lista , al ir retirando el producto se podrá ir vaciando la compostera y de esa forma se podrá seguir ingresando más materiales para compostar y repetir el proceso y así evitar la saturación.

A continuación, se muestra el diseño del prototipo y sus partes (ver anexos 7,8,9,)



**Figura 27.** Partes de la compostera.

*Nota.* La figura muestra los nombres de cada parte que conforma el prototipo de compostera propuesto.

**a) Compuerta de entrada:**

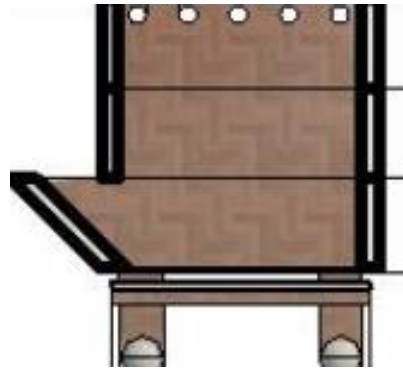
Es una compuerta con engranajes, para que solo se necesite levantar y el mecanismo le permitirá abrir y cerrar sin retirar la tapa en su totalidad, de esta manera se evitan las caídas o pérdida de la tapa y facilita el ingreso de tu material a compostar

**b) Cuerpo:**

**Por el exterior**

El cuerpo está hecho de madera; además, como se puede observar en la imagen N.º 4, contiene 6 agujeros de 5 cm de diámetro en cada una de los 4 lados a su alrededor, esto para asegurar la entrada de aire necesario en el proceso de compostaje porque es

un proceso aerobio. Por otro lado, cuenta con 24 agujeros de 4 cm de diámetro en la parte inferior para la salida de los lixiviados producidos durante los procesos.



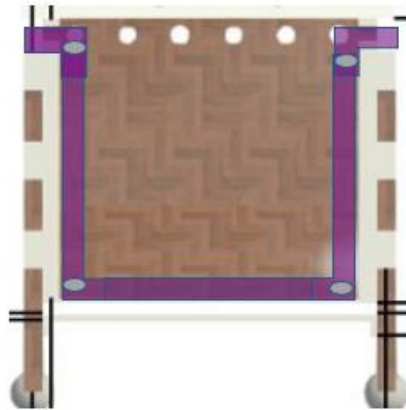
**Figura 28.** *Vista transversal exterior.*



**Figura 29.** *Vista inferior.*

### **Por el interior**

El interior de la compostera, también está hecho de madera, pero está cubierto por una capa de tela delgada clavada a la compostera, que le brindará calor a la composta y asimismo, servirá como filtro para los lixiviados que esta genere.



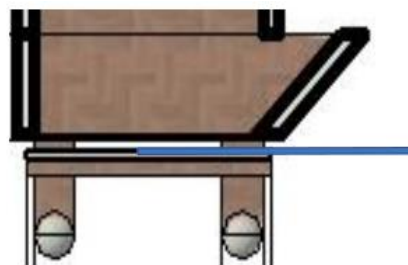
**Figura 30.** *Vista transversal interior.*

**c) Compuerta de salida**

Esta compuerta tiene un sistema de engranaje que le permite y un seguro para que el usuario pueda abrir y cerrar la compuerta cuando quiera ir sacando su composta conforme vaya estando listo y mientras esto sucede cerrar la **compuerta con su seguro para evitar que se los materiales ingresados se escapen.**

**d) Recipiente para lixiviados**

Es un recipiente delgado de plástico removible cuya función es almacenar los lixiviados que puedan caer por los orificios inferiores de la compostera. El usuario podrá retirar y colocar este recipiente conforme se vaya llenando.



**Figura 31.** *Vista transversal lateral mostrando el recipiente.*



**e) Ruedas**

La compostera cuenta con cuatro ruedas una en cada pata , lo cual facilitará su traslado o movimiento en caso de que el usuario tenga una mudanza o simplemente quiera reubicarla

**f) Código QR**

El código QR se encuentra en la compuerta de entrada de la compostera y simplemente se requiere un teléfono celular (smartphone) abrir la cámara y escanear el código, el cual abrirá una infografía con toda la información que el usuario necesita saber sobre la compostera y tener siempre al alcance de su mano, sin la necesidad de usar un manual físico (ver anexo 4)

**Instrucciones de uso de la compostera**

**a) ¿Qué alimentos y/o materiales puedo ingresar a la compostera?**

El proceso de selección de los materiales a ingresar a la compostera son de suma importancia; puesto que al ser una compostera casera, solamente podran ingresarse los residuos orgánicos . Además no todos los residuos orgánicos pueden ser compostados en casa, puesto que algunos materiales necesitan de otro tipo de tratamientos y vigilancia dentro de la composta; como por ejemplo, las carnes o huesos de pescados. Por consiguiente, se elaboró un cuadro donde se describe de manera más detallada que materiales debo compostar , cuales debo compostar de manera moderada y cuales no se deben ingresar bajo ninguna circunstancia a la compostera. (ver anexo 10 )

**Tabla 22.**

*Alimentos y/o materiales que pueden o no ingresar a la compostera.*

<b>Alimentos y/o materiales que pueden ingresar a la compostera</b>	<b>Alimentos y/o materiales que pueden ingresar a la compostera en proporciones moderadas</b>	<b>Alimentos y/o materiales que no se pueden ingresar a la compostera</b>
cáscaras y residuos de frutas, vegetales y hortalizas	frutas, verduras y tubérculos malogradas	huesos y/o carnes de cualquier tipo: pollos, carnes, pescado ya sean crudos o cocidos
cáscaras y residuos de tubérculos	cáscaras de limones, naranjas cítricos	restos de tabaco
restos de césped, pasto, hojas, plantas del hogar	tubos de papel higiénico y papel toalla	hierba mala
cortes de pelo no teñidos	Pan	excremento de perros o gatos
restos de té e infusiones	estiércol de animales vegetarianos, conejos, hámster.	plástico, vidrio, aluminio
restos de café	pepas de las frutas	productos lácteos
cáscara de huevos	pasta cocida	Salsas y sustancias aceitosas
cáscaras de frutos secos		papel con tinta
galletas integrales o de trigo		detergentes
bolsas de plástico compostables		medicamentos

## b) ¿Cómo ingresar los materiales en la compostera?

Para ingresar los materiales en la compostera se deben seguir los siguientes pasos

- 1.- Colocar una primera capa de 2 kg del acelerante **compost semilla** para la compostera pequeña, ideal para apartamentos, dúplex o casas sin patio con integrantes de 2- 4 personas y 4 kg del acelerante **compost semilla para** composteras medianas o grandes ideales para casas con jardín o patio y con integrantes de 5-10 personas.
- 2.- Almacenar solo los residuos orgánicos señalados en el CUADRO N.º . Una vez almacenados, recortarlos con un cuchillo en trozos lo más pequeños posibles, mientras más pequeños más rápido se dará el proceso de compostaje y requerirá de menos espacio. Tomar en cuenta que si se va a compostar restos de cítricos se recomienda dejarlos secar al sol unos 2 o 3 días antes de ingresarlos a la compostera porque podrían afectar el pH. Además, no olvidar los residuos que se deben agregar en **cantidades moderadas** y los que **no se deben agregar** bajo ninguna circunstancia
- 3.- Una vez picados los residuos que se van a agregar a la compostera drenar los líquidos excedentes. No olvidar drenar solamente lo excedente, los residuos no deben ingresar completamente secos a la compostera, puesto que necesitan de humedad para realizar el proceso.
- 4.- Ingresar los residuos por la parte superior de la compostera y mezclarlos con la capa anterior de compost semilla.
- 5.- Finalmente, cubrir lo mezclado anteriormente , con una capa del mismo compost semilla utilizado en el paso 1 y tapar la compostera.
- 6.- Repita el proceso cada vez que se agreguen los residuos orgánicos hasta llenar el recipiente. Cuando el compostaje avanza bien, se demora entre 3 ~ 6 meses para que se llene el recipiente con el ingreso diario de 500 g de residuos orgánicos.

7. - Revisar los parámetros señalados más adelante mínimo una vez por semana para asegurar el estado del proceso de compostaje se este dando de manera adecuada y poder corregir de ser necesario.

8.- Al ser una compostera de tipo continuo, se podrá ir sacando el compost por el cajón ubicado en la parte de inferior de la compostera, conforme vaya avanzando su proceso de compostaje, podrá ir retirando el producto de acuerdo a las necesidades que su usuario lo requiera. Estas pueden ser, si se tiene un jardín o plantas como abono; y si no puede colocarlo en un parque cercano o área verde cercana.

Estado de la Materia Orgánica	MATERIA ORGANICA FRESCA	INICIO DE LA DESCOMPOSICION	SEMIDESCOMPUESTA Compost fresco (2-3 meses)	DESCOMPUESTA Compost maduro (6-9 meses)	MINERALIZACION Compost viejo (más de 1 año)
Peso aproximado (Ejemplo de 10 Kg)	10 Kg	8 Kg	6 Kg	4 Kg	2 Kg
Proporción de agua	70-85%	40-50%	30-40%	20-30%	< 20%
Relación C/N	80/1 (muy variable)	30-45/1	20-30/1	15-20/1	Muy variable
Estado, forma o presentación					
Usos recomendables	Como acolchado en capas de unos 10 cm. No enterrar. Aún no alimenta a los cultivos.	Sobre la tierra, protegido con paja o hierba. No enterrar.		Sobre la tierra o ligeramente mezclado. Aún no alimenta los cultivos.	Se puede mezclar con la tierra o enterrar. Ya alimenta directamente a los cultivos

**Figura 32.** *Proceso de descomposición de material compostable en compostera.*

Nota. Extraído de Albarrataldea org , 2005

c) **¿Cómo medir de manera casera los parámetros en la compostera?**

(ver anexo 10)

**Temperatura:** Lo ideal es usar un termómetro especial para compostaje; sin embargo, estos tienen un precio elevado, y al ser este un diseño de compostaje sencillo y dirigido hacia principiantes, se quiere que la experiencia para el usuario sea lo más sencilla posible, al no ser expertos en química o ingeniería. Por lo tanto, el usuario inferirá la temperatura por medio del tacto y la observación del compost en sus diferentes fases y las temperaturas que

deberían corresponderles. Si el usuario desea hacer esa inversión y adquirir el termómetro, simplemente tendrá que destapar la compostera e introducir el termómetro y esperar a ver la temperatura que este marque. (ver tabla 16)

**Humedad:** Para medir la humedad de manera casera puede hacer la llamada “**técnica del puño cerrado**”, que consiste en introducir la mano en la compostera, sacar un puñado de material y abrir la mano. El material debe quedar apelmazado, pero sin escurrir agua. Si corre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja). Si el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped).

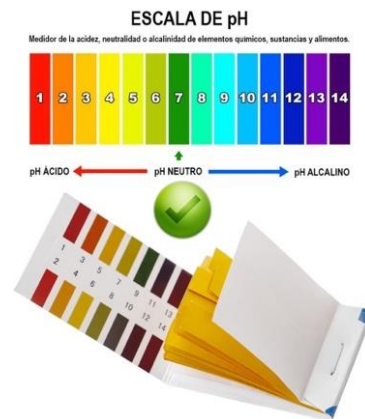
Por lo general, los residuos que generamos en la cocina son muy húmedos (el 70% de su peso es agua) y al mezclarlos con los secos el nivel de humedad se equilibra. Es decir, que en este tipo de compostaje, rara vez debemos regar la compostera. Sin embargo, es bueno estar atentos porque en días muy calurosos o si nos excedemos de material seco puede ocurrir que sea preciso agregarle agua. (Manual para el compostaje domiciliario, 2020)

**Acidez o pH:** Al igual que la humedad, lo ideal sería hacer uso de las cualquiera de las siguientes modalidades :

- **Medida del pH en la compostera:** Si el compost está húmedo, pero no encharcado, se puede insertar una tira indicadora de pH en el compost. Se deja reposar durante unos minutos para absorber el agua, y se lee el pH mediante la comparación del color.
- **Medida del pH en solución acuosa:** Se toman varias muestras del compost y se colocan en recipientes con agua (volumen/volumen 1:5). Se agita y se toma la lectura,

preferiblemente con pH metro, si no se tiene pH metro, entonces con tira indicadora.

(Ver tabla 17).



**Figura 33.** *Tiras indicadoras de pH.*

Sin embargo, a los usuarios que la toma de medida de este parámetro podría parecerles complicada; este podrá elegir si realizar la medida de este parámetro o no y al esto no influirá en su compost.

**Alimento balanceado (relación Carbono/Nitrógeno):** Los residuos orgánicos vegetales húmedos que generamos en la cocina suelen ser ricos en nitrógeno (N), mientras que los residuos orgánicos vegetales secos lo son en carbono (C). Nitrógeno y carbono son elementos necesarios para que los microorganismos composteros puedan crecer, desarrollarse y reproducirse. Mientras mejor balanceamos la mezcla de restos húmedos (nitrogenados) con los secos (carbonados) tendremos mayor cantidad de microorganismos, mayor actividad compostera y por ende, mayor velocidad de transformación de los residuos en compost. A este balance, los técnicos le llaman “relación C/N”. En términos prácticos, por cada volumen de restos húmedos pondremos 1 o 2 volúmenes de restos secos. (Manual para el compostaje domiciliario, 2020)

**Aire (oxígeno):** Al igual que nosotros, los microorganismos de nuestra compostera necesitan de oxígeno para vivir. La falta de este elemento inducirá a que se desarrollen las llamadas “bacterias anaerobias” que son las responsables de la generación de malos olores. Por ello, debemos evitar la compactación de los residuos y el exceso de humedad, ya que este indica un déficit de aire. (Manual para el compostaje domiciliario, 2020)

Por lo tanto se recomienda hacer lo siguiente:

- Revolver 1 o 2 veces por semana nuestra mezcla ingresada en la compostera
- Agregar residuos orgánicos secos que absorberán el exceso de humedad y aportarán “estructura”, es decir, porosidad. De esta forma, se reduce el apelmazamiento de los residuos de residuos.
- Evitar exponer la compostera al agua de lluvia o rayos del sol muy directos o por tiempo prolongado.

**Recomendaciones generales: de uso de la compostera:**

- Procurar utilizar guantes cada vez que se manipule la compostera
- Se sugiere utilizar una pala pequeña de jardinería para mezclar y mover el compost
- Las cáscaras de cítricos suelen demorar más en descomponerse debido a que poseen sustancias naturalmente bactericidas que pueden inhibir la acción microbiana, además que suelen atraer mosquitas. Para evitar tales inconvenientes, se pueden agregar moderadamente, trozadas y mezclándolas con otros residuos, o dejarlas secar al sol unos dos o tres días, después trozarlas y mezclar bien dentro de la compostera.
- Los alimentos cocidos siempre que sean de origen vegetal, como fideos o arroz y en muy pequeña proporción, pueden colocarse en la compostera. En exceso van a atraer animales indeseados y malos olores.

- Evitar totalmente ingresar la lista de los materiales y/o señalados como prohibidos en la compostera ; puesto que el uso de estos pueden atraer ratas o arruinar el proceso natural de compostaje,
- Si notas la aparición de filamentos blancos en la superficie de tú composta, son colonias de hongos. No te preocupes, recuerda que tanto las bacterias como los hongos son los microorganismos benéficos cuya presencia queremos favorecer en la compostera, al ser los responsables de la transformación de residuos en compost.
- Para almacenar los residuos que ingresarán a la compostera se recomienda tener un botalo, que no es mas que un tacho aparte para separar estos residuos , para luego, trozarlos y continuar con los procedimientos señalados.
- Mantener la compostera siempre cerrada, para evitar el ingreso de plagas e insectos indeseables.
- En caso de que aparezcan mosquitas, será un indicador de que la compostera está muy húmeda. Las más comunes son unas pequeñitas que aparecen en el verano, llamadas “moscas de la fruta o del vinagre”. Si hay pocas no son un problema, de hecho suelen aparecer incluso cuando descartamos todo en un tacho sin separación. Para evitar su proliferación, revolveremos la mezcla dentro de la compostera y agregaremos restos secos, procurando que la capa superior también sea seca de modo tal de disuadirlas de ingresar.
- Los líquidos que se generan durante el compostaje se llaman “lixiviados” y su composición es sumamente variable según los residuos que se hayan volcado en la compostera y la fase de la descomposición en que se encuentre la pila es totalmente normal, debajo de la compostera se encuentra una bandeja para recepcionarlos, cuando este llena simplemente retirarla vaciar los líquidos y colocarla nuevamente.



- Al ser una compostera doméstica de uso simple los parámetros más importantes que debes vigilar serán aire, agua, alimento balanceado ; dicho de forma mas propia humedad, oxígeno y relación C:N
- Es recomendable, solo si puede , adquirir dos composteras para asi evitar la saturación.

## Anexo n°6. Infografía de preparación del composte semilla

# Cómo preparar el composte semilla

El compostaje semilla para el compostaje del residuo orgánico puede prepararse utilizando los ingredientes comunes que contienen gran cantidad de microorganismos fermentativos. La solución de fermentación es mezclada con afrecho de arroz y cascarillas de arroz para permitir el desarrollo de microorganismos.

(  +  ) +  = 

Solución de fermentación    Lecho de fermentación    Composte semilla

## 1 Preparación de la solución de fermentación

Pueden recolectarse diferentes tipos de microorganismos fermentativos preparando las mismas de las siguientes soluciones, las que brindan una mejor fermentación.

### Alimentos Fermentados + Agua azucarada

**Recipiente (Aprox. 20 litros)**

**Ingredientes A**

- ★ Azúcar morena: Aprox. 50g
- ★ Agua del grifo: Aprox. 15 litros

Mézclelos juntos

**Ingredientes B**

- ★ Alimentos fermentados:
  - Yogurt,
  - Salsa de soja no refinada
  - Vino local
  - Soja fermentada
  - Células de levadura, etc.

Mézclelos juntos

Cubra la boca del recipiente con una bolsa de plástico y sacúdale bien.

### Frutas y hortalizas + Agua salada

**Recipiente (Aprox. 5 litros)**

**Ingredientes A**

- ★ Sal: Aprox. 15g
- ★ TAgua del grifo: Aprox. 4 litros

Mézclelos juntos

**Ingredientes B**

- ★ Hortalizas de hoja, cáscara de frutas y hortalizas:
  - Uva, naranja,
  - Manzana, papaya
  - Berenjena
  - Pepino, col chino
  - Lechuga, calabaza, etc.

Mézclelos juntos

Sacúdale bien

**¡Pautal!**  
Asegúrese de agregar las cáscaras de fruta para intensificar la fermentación.

### Cómo preparar las soluciones de fermentación

- 1 Ponga los [Ingredientes A] en el recipiente y mézclelos juntos.
- 2 Agregue los [Ingredientes B] a 1 y mézclelos bien.
- 3 Cubra la boca del recipiente con una bolsa/lámina de plástico para proteger contra los insectos.
- 4 Deje las soluciones durante 3 a 5 días hasta que se desarrollen los microorganismos fermentativos.


### ¡Pautal!

\*La bolsa/lámina de plástico utilizada para sellar puede hincharse debido a la emanación del gas de dióxido de carbono, pero no es una señal de fracaso.

\*La mezcla tiene un olor/sabor dulce y agrio como el olor del alcohol cuando el proceso resulta satisfactorio. En cambio, la mezcla huele extraña y podrida cuando fracasa el proceso. En ese caso, reinicie el procedimiento y utilice una mayor cantidad de sal si fue preparado con agua salada.

## 2 Mezcla de la solución de fermentación con un lecho de fermentación



+


### Prepare el lecho de fermentación

★ Cascarilla de arroz:  
Aprox. 1m<sup>3</sup>

★ Afrecho de arroz:  
Aprox. 1m<sup>3</sup>

Pueden agregarse las pajas.

Afrecho de arroz : Cascarilla de arroz = 1:1



Mézclalo bien

Tierra vegetal  
↓  
Ponga la tierra vegetal en agua  
↓  
Aflójela bien

Con el uso de estos ingredientes, puede repararse el composte semilla para 40 a 50 hogares.

### Mezcle la solución de fermentación con el lecho de fermentación

★ Solución de fermentación





Mézclalo bien

**¡Pautal!**

Ajuste el nivel de humedad de 40 - 60% agregando la solución de fermentación y agua. (Si el contenido de humedad es correcto, la mezcla se convierte en una masa sin fuga de agua al exprimirse ligeramente con la mano.)



Ejemplo de fracaso (Humedad excesiva)



Ejemplo de fracaso (Humedad demasiado escasa)



Ejemplo de éxito

### Deje que fermente la mezcla



Termómetro

Paño

Aprox. 1m de altura (0,6 - 1,5m)

Mantenga la temperatura interior de 60 ~ 80°C

\*Si está demasiado caliente para introducir la mano, significa que está sobre los 80°C y es excesivamente caliente. (Si la temperatura excede de los 80°C, voltee la pila para liberar el calor.)

Aplique la mezcla en forma trapezoidal y cubra toda la pila con una pieza de tela respirable. (Preste atención de no permitir la entrada de insectos dañinos.)



Cuando toda la superficie queda cubierta con el moho blanco, indica que se completó la fermentación. La fermentación terminará en alrededor de 3 días. Luego, déjelo secar. (El composte semilla terminado puede almacenarse después que quede totalmente seco.)



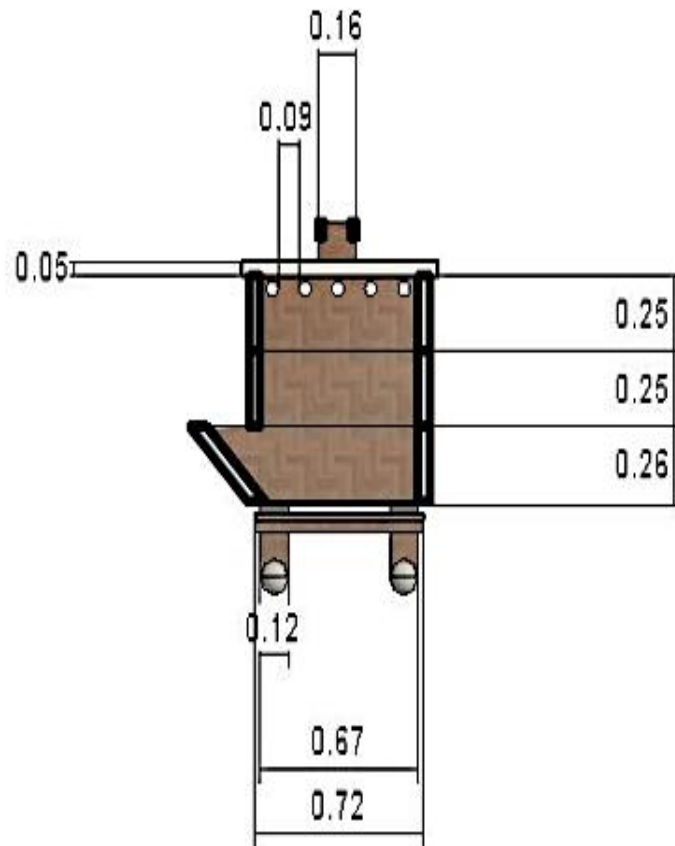
### Terminación del composte semilla

El material básico para el compostaje de los residuos orgánicos está listo para su uso.



Fuente: Institute for Global Environmental Strategies, 2009

**Anexo n°7.** Planos con vista transversal del Diseño del prototipo de la compostera



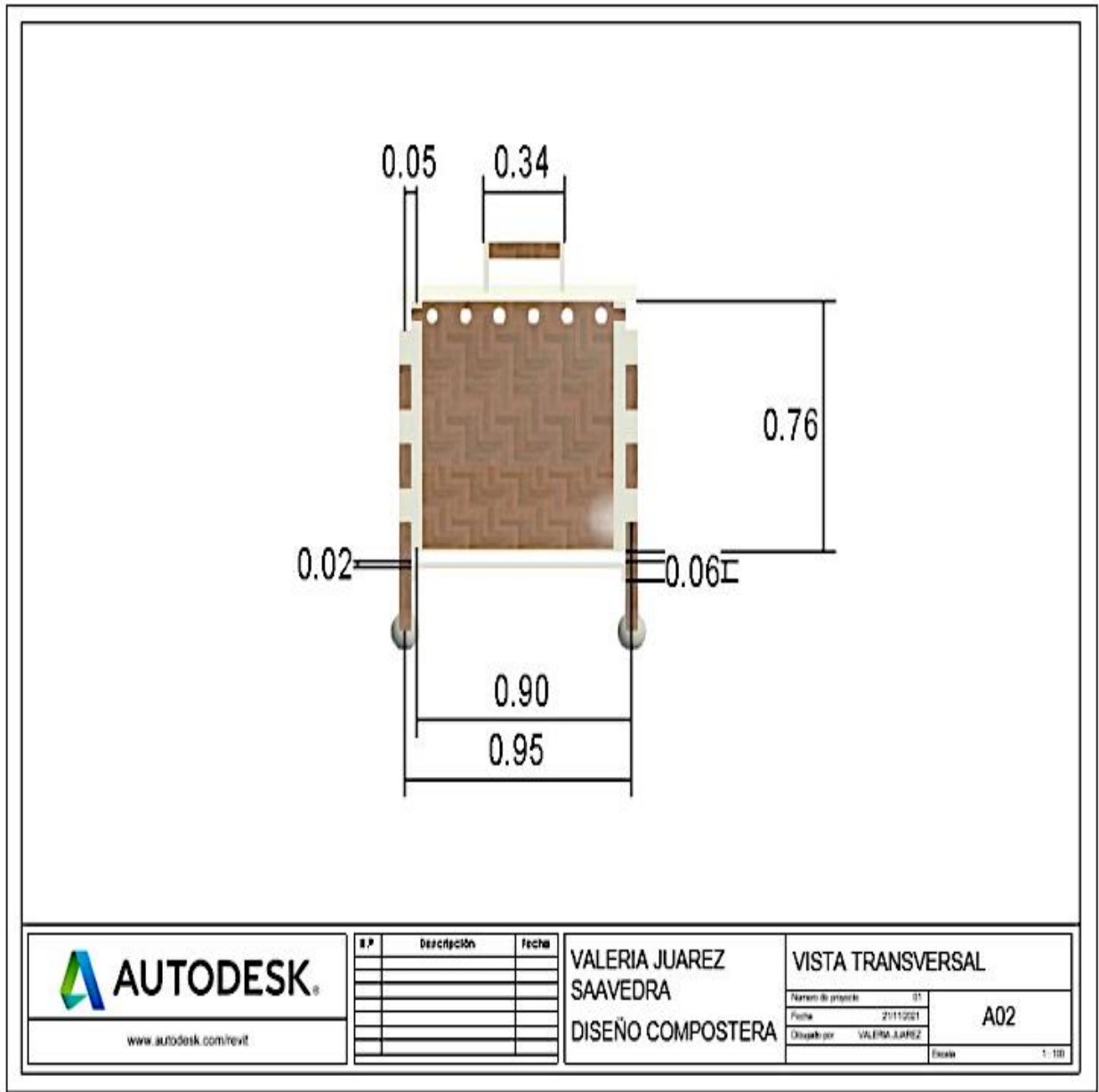

**AUTODESK**  
www.autodesk.com/revit

#	Descripción	Fecha

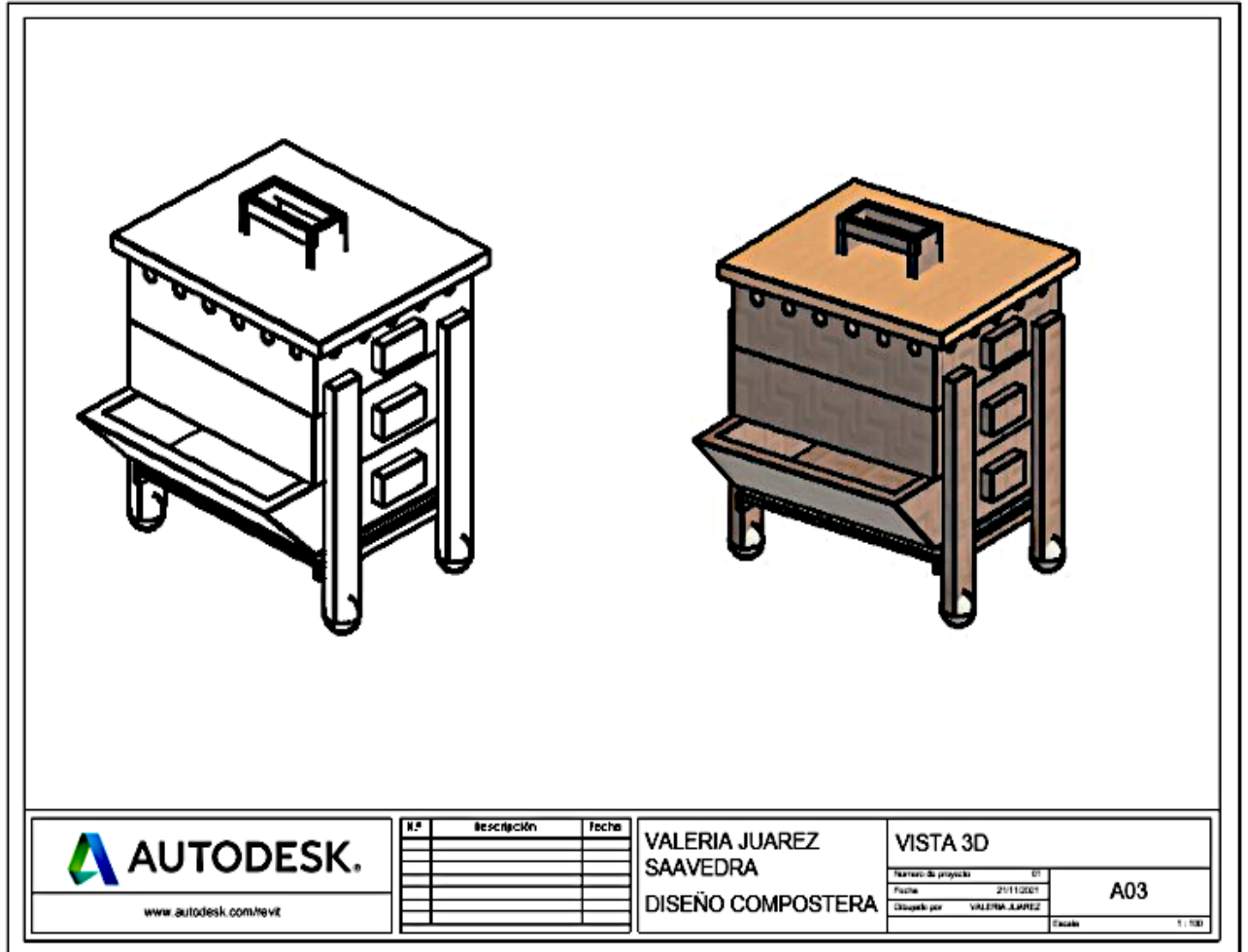
VALERIA JUAREZ  
SAAVEDRA  
DISEÑO COMPOSTERA

VISTA TRANSVERSAL	
Numero de proyecto	01
Fecha	21/11/2021
Diseñado por	VALERIA JUAREZ
Escala	1 : 100
<b>A01</b>	

**Anexo n°8.** Planos con vista transversal del Diseño del prototipo de la compostera



**Anexo n° 9.** Planos con vista 3D del Diseño del prototipo de la compostera



Anexo n° 10. Infografía sobre el uso del Diseño de prototipo de compostera presentado







**MATERIALES QUE PUEDEN INGRESAR A LA COMPOSTERA:**

- Cáscaras y residuos de frutas, vegetales y hortalizas.



- Cáscaras y partes de todo tipo de tubérculos.

Restos de césped, hojas y plantas del hogar.



- Cortes de cabello **no teñido**



Restos de infusiones, café, frutos secos, galletas integrales.



- Cáscaras de huevo, bolsas y empaques compostables



Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra



**MATERIALES QUE PUEDEN INGRESAR A LA COMPOSTERA EN PROPORCIONES MODERADAS:**

- Frutas, verduras malogradas.
- Cáscaras limón, naranja y cítricos en general.
- Tubos de papel higiénico y papel toalla.
- Pan, pepas de frutas y pasta cocida, arroz cocido
- Estiércol de animales vegetarianos, conejos y hámsters.





**MATERIALES QUE NO PUEDEN INGRESAR A LA COMPOSTERA:**

- Huesos y carnes de cualquier especie: aves, res, pescados, ya sean crudos o cocidos.  

- Restos de tabaco, detergentes, medicamentos y mascarillas.  

- Excrementos de perro, gato y cualquier animal carnívoro u omnívoro.  

- Plástico, vidrio y aluminio  

- Productos lácteos, salsas, sustancias aceitosas y papel con tinta.  


Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra

## ¿COMO USAR TU COMPOSTERA?:

- 1** Abrir la compuerta de entrada y colocar una primera capa de 2kg del acelerante (composte semilla) para la composteras pequeña , 4kg del acelerante para composteras medianas y 8 kg para las grandes


- 2** Una vez recolectados los residuos, recortarlos con un cuchillo en trozos lo más pequeños posible.

*Notas:* Si se va a usar restos de cítricos dejarlos secar al sol unos 2 o 3 días antes de ingresarlos a la compostera para no afectar el ph de la mezcla.


- 3** No olvidar ingresar la lista de los residuos , que se deben agregar en cantidades moderadas y los que no se deben agregar

Quitar con la ayuda de un trapo o tela el liquido excedente de los residuos previamente trozados.  
nota  
Drenar solamente el excedente de liquido, los residuos no deben ingresar completamente secos a la compostera.



Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra



**4** Ingresar los residuos por la parte superior de la compostera y mezclarlos con la capa anterior de composte semilla.

Compostera

Finalmente, cubrir lo mezclado anteriormente, con una ligera capa del mismo composte semilla utilizado en el paso 1 y tapar la compostera.

**5**

**6** Repita el proceso cada vez que se agreguen los residuos orgánicos hasta llenar el recipiente. Cuando el compostaje avanza bien, se demora entre 3 - 6 meses para llegar a su límite

Revisar los parámetros señalados en la página que contiene: ¿cómo medir de manera casera los parámetros en mi compostera?

**7**

Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra

**8** Al ser una compostera de tipo continua, se podrá ir sacando el compost resultante por la compuerta de salida, conforme vaya avanzando el proceso de compostaje, podrá ir retirando el producto de acuerdo a las necesidades que usted lo requiera.

**Compostera**

**USOS DE ACUERDO AL ASPECTO DE TU COMPOSTA:**

Sobre la tierra, protegida con paja o hierba. No enterrar.

Sobre la tierra o ligeramente mezclado. Aún no alimenta los cultivos

Se puede mezclar con tierra o enterrar. Y/o usarlo para tus plantas o cultivos

Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra

## ¿CÓMO MEDIR DE MANERA CASERA LOS PARÁMETROS DE TU COMPOSTERA?:

### Humedad:

La manera más sencilla de medirla es mediante la llamada “técnica del puño cerrado”, que consiste en introducir la mano en la compostera, sacar un puñado de material y abrir la mano

La clave: ni seco, ni mojado. Sino con la humedad de “una esponja recién exprimida”.



Muy húmedo

Muy seco

Humedad adecuada

La clave: ni seco, ni mojado.

Sino con la humedad de “una esponja recién exprimida”.

### Alimento balanceado (relación Carbono/Alimento balanceado (relación Carbono/Nitrógeno)

Los residuos orgánicos vegetales húmedos que generamos en la cocina suelen ser ricos en nitrógeno (N), mientras que los residuos orgánicos vegetales secos lo son en carbono (C)

En términos prácticos, por cada volumen de restos húmedos pondremos 1 ó 2 volúmenes de restos secos.



**N<sub>2</sub>**

**C**

Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra





**pH:**

**Este parámetro es opcional de medir y puede ser de dos maneras :**

**1.- Coloque una de las tiras indicadoras de ph dentro de la compostera y espere a ver el color al que cambia revisar el valor de este en la tabla de ph.**



**2.- Otra forma es tomar una muestra del compostaje y mezclarlo en un recipiente con un volumen de agua 5 veces al volumen de compostaje que tomaste. Revolver, y luego introducir la tira de ph , esperas unos segundos retirar la tira y ver el color al que cambió y revisar el valor en la tabla de ph**



**RECUERDA:**

- pH < 4.5 **exceso ácidos orgánicos** . Adicionar materiales ricos en nitrógeno como vegetales húmedos
- pH > 8.5 **exceso de nitrógeno**. Adicionas material más seco como hojas secas, restos de poda, aserrín de madera no procesada
- pH 4,5 - 8,5 **RANGO IDEAL**



Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra

## RECOMENDACIONES GENERALES QUE DEBES TENER EN CUENTA

Si se va a colocar partes de cítricos y/o cáscaras, trozarlos y dejarlos secar al sol por unos días antes de meterlos a la compostera

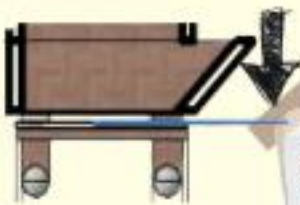


Respetar siempre la lista de residuos que se pueden ingresar a la compostera, para evitar problemas en el proceso



- Mantener siempre cerrada la compostera para evitar el ingreso de plagas
- En algunos casos pueden surgir la aparición de filamentos blancos en la superficie de la composta, son colonias de hongos. No te preocupes normales en el proceso de compostaje

- Recuerda que el compostaje no genera malos olores. Si es que esto sucede se debe al exceso de humedad o el desbalance de la mezcla entre residuos secos y húmedos. Ingresa a la compostera los residuos en las cantidades que esta necesite y estar pendiente de los parámetros de **C:N, humedad y oxígeno**



El recipiente de lixiviados, sirve para recepcionar los líquidos que la compostera produce. Recuerde retirar el recipiente cuando se llene, jalando la bandeja hacia adelante; vaciar, y colocar nuevamente en su lugar

Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra

## REFERENCIAS

- Germán Portillo. (2019, November 12). Renovables Verdes. Recopilado el November 1, 2021, de Renovables Verdes website: <https://www.renovablesverdes.com/compostera/>
- Gobierno Provincial de Buenos Aires & Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (2020). Manual de Compostaje Domiciliario . Recopilado el 01 de noviembre de 2021 de [http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/029\\_ManualCompostDomiciliario\\_AGO20%20\(1\).pdf](http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/029_ManualCompostDomiciliario_AGO20%20(1).pdf)
- 

Elaborado por: Valeria Juarez Saavedra