



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Revisión sistemática: Métodos de compostaje de residuos
orgánicos**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORAS:

Rojas Vilela de Eche, Cinthya Carolina (ORCID: 0000-0003-1901-4421)
Yenque Lamas, Leidy Nohely (ORCID: 0000-0003-2170-1589)

ASESOR:

Dr. Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres por ser mis guías e impulsarme día a día para cumplir mi meta de llegar a ser una buena profesional.

A mi esposo y mi hija, por estar a mi lado y no dejarme caer ante las adversidades.

Cinthya Carolina Rojas Vilela

Dedicatoria

A mis abuelos por su apoyo incondicional, motivación y por inculcarme valores y formar a la persona que soy ahora.

A mis tíos por su ejemplo de superación, enseñanzas y aprendizajes que me han brindado, para lograr ser una profesional.

Leidy Nohely Yenque Lamas

Agradecimiento

A Dios por la vida, y ser nuestro guía y fortaleza en momentos de debilidad.

A nuestra familia y a todas las personas que nos han alentado y apoyado en la duración de este taller para realización de nuestro proyecto de tesis.

A nuestro asesor el Dr. Fernando Sernaqué Aucahuasi por su orientación, tiempo y dedicación para llevar a cabo nuestra investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización.....	20
3.3 Escenario de estudio.....	22
3.4 Participantes.....	22
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.6 Procedimientos.....	23
3.7 Rigor científico.....	24
3.8 Método de análisis de la información.....	25
3.9 Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Antecedentes.....	4
Tabla 02. Tipos de residuos orgánicos.....	12
Tabla 03. Etapas del compostaje.....	14
Tabla 04. Métodos de compostaje, metodología y periodo de tiempo.....	28
Tabla 05. Tipos de residuos orgánicos empleados.....	38
Tabla 06. Parámetros físicos y químicos en la etapa inicial y final.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Países donde se desarrollaron las investigaciones.....	27
Gráfico 02. Macronutrientes del compost final.....	41
Gráfico 03. Calidad del compost final.....	49

Resumen

El proceso de compostaje consiste en la descomposición biológica aeróbica de la materia orgánica, de la cual se obtiene un producto final estable llamado compost. Actualmente existen diversos métodos de compostaje que se realizan tanto a pequeña como a gran escala y que poseen un control de los parámetros físicos y químicos; de esta manera este proceso ha sido planteado como alternativa clave en la reutilización de residuos orgánicos generando valor económico. El principal objetivo de esta revisión sistemática es describir los métodos de compostaje de los residuos orgánicos, para ello se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva de fuentes científicas: Ebsco, Pubmed, Proquest, ScienceDirect y Scielo, que se han publicado desde el año 2015 al 2021, todos en idioma inglés, obteniendo como resultado un total de 22 artículos con los métodos de compostaje más utilizados como pilas móviles o hileras, pilas estáticas con aireación forzada, vermicompostaje, compostera y reactor. Todos estos métodos fueron realizados con residuos orgánicos domésticos, industriales y agrícolas. Se detallaron los macronutrientes y los parámetros de calidad del compost final, según sus resultados, diferenciándolos en compost de muy buena calidad, buena calidad y baja calidad.

Palabras claves: compostaje, residuos orgánicos, compost, calidad.

Abstract

The composting process consists of the organic matter aerobic biological decomposition, from which a stable final product called compost is obtained. Currently there are various composting methods that are carried out both on a small and large scale and they have a control of physical and chemical parameters; In this way, this process has been proposed as a key alternative in the reuse of organic waste, generating economic value. The main objective of this systematic review is to describe the composting methods of organic waste, for which an exhaustive bibliographic search of scientific sources was carried out: Ebsco, Pubmed, Proquest, ScienceDirect and Scielo that have been published from 2015 to 2021, all in English, resulting in a total of 22 articles with the most widely used composting methods such as mobile or windrow piles, static piles with forced aeration, vermicomposting, compost heap and reactor. All these methods were carried out with domestic, industrial and agricultural organic waste. The macronutrients and the quality parameters of the final compost were detailed according to their results, differentiating them by compost of very good quality, good quality and low quality.

Keywords: composting, organic waste, compost, quality.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se ha originado una alteración de la relación entre hombre y ambiente, provocando contaminación del suelo, aire y agua (Pérez, Rodríguez y Arzola, 2016, p. 15), esto es debido a que toda actividad humana que altere la naturaleza genera algún tipo de desecho. Fue a finales del siglo XX donde se empezaron a alcanzar niveles altos de contaminación, convirtiéndose en una preocupación común (Hernández y Corredor, 2016, p. 58).

Este daño ambiental ha ido evolucionando debido al aumento exponencial de residuos generados por el desarrollo económico de la sociedad (Trujillo et al. 2019, p. 490), la acelerada urbanización y crecimiento demográfico.

Actualmente, a nivel mundial, la generación de residuos oscila entre 0.11 y 4.54 kg por persona al día, lo que puede originar un incremento de hasta 3.400 millones de toneladas durante los próximos 30 años (Valderrama et al, 2020, p. 2). Asimismo se generan 2 mil millones de toneladas de residuos sólidos, los cuales el 53% pertenece a residuos orgánicos (Pereira et al, 2020, p. 1), 33% no poseen gestión adecuada (Hochstrasser et al, 2020, p. 2), más de 300 millones de toneladas por año se disponen en rellenos sanitarios y solo 140 millones son reciclados (Gómez, Sanchez y Matallana, 2019, p.10).

En nuestro país aún no existe una adecuada gestión de residuos por parte de autoridades municipales u otras instituciones, lo que crea un desorden en el manejo de los mismos (Salas, Goñas y Sanchez, 2018, p. 37) ,superando estos los 22 mil 475 toneladas diarias, donde solo el 17% es dispuesta en rellenos sanitarios (Ascanio, 2017, p. 16) , y la generación per cápita alcanza 1 kg/hab/día (Hernandez et al. 2016, p. 14) .Se estimó también que 50 % a 70 % son residuos orgánicos, que podrían ser valorizados por diferentes tecnologías (Guizado, 2018, p. 27) ; sin embargo, debido al insatisfecho servicio de gestión de residuos, donde gran parte de estos no son recolectados sino que sirven como alimento para animales y muchas veces son quemados o lanzados a ríos (Zegarra, 2015, p. 62) genera la propagación de vectores, además de contaminación y deterioro del ambiente (Melendrez y Sanchez, 2019, p. 16).

Es por ello que surge un cambio en la visión de los residuos con la finalidad que sean vistos como recursos para la aplicación de procesos de reciclado que proporcionen valor económico (Carnicer et al, 2018, p. 106).

Basado en esa premisa se ha desarrollado una alternativa de tratamiento que es el compostaje (Azurduy, Azero y Ortuño, 2016, p. 2). En él, se degrada la materia orgánica liberando nutrientes dentro del suelo, produciendo abono orgánico (Machuca y Muñoz, 2018, p. 23). Con este proceso la cantidad de residuos que son lanzados a un relleno sanitario o botadero se puede reducir a un 50% (Figueroa, 2017, p. 33).

Desde un principio, el hombre ha recolectado estiércol vacuno y otros residuos para emplearlos en cultivos (Pérez, Rodríguez y Arzola, 2016, p. 38), esto ha logrado reducir el efecto contaminante por su acumulación en vertederos, gracias a que transforma los residuos en un producto de alto rendimiento como enriquecedor del suelo (Leyva Salinas, 2014, p. 9). Actualmente la falta de información nos limita la implementación de un manejo de residuos exitoso (Salazar, 2016, p. 241).

En nuestro país, la técnica de compostaje como abono natural y su aplicación en el sector agrícola tuvo lugar entre los años 1940 y 1951 (Rafael, 2015, p. 8). El compost posee beneficios en la producción agrícola, así como también el efecto positivo en el ambiente, ya que utiliza los desechos orgánicos que -sin ningún procedimiento- perjudican los ecosistemas (Bohórquez, 2019, p. 8).

Este sector es una de las actividades de gran relevancia debido a su gran aporte alimenticio, cabe mencionar que hoy en día existen formas de agricultura más sostenibles basadas en abonos orgánicos que permiten una producción más eficiente (Niño, 2018, p. 23).

Entre los diversos métodos de compostaje se encuentra el método de Takakura, el cual acelera el proceso de degradación gracias a los diferentes lechos fermentativos que puede facilitar (Campos, Brenes y Jimenez, 2016, p. 27).

Existe también el método de pilas estáticas aireadas y composteras, cuyo producto final se emplea como fertilizante orgánico, en la que su calidad depende de la estabilidad y madurez de la materia orgánica (Soto et al, 2019, p. 2).

Las diversas diferencias entre los métodos, se originan por el contenido de elementos esenciales; los cuales dependen mucho del manejo que se le ha realizado durante el compostaje. Es importante resaltar que cualquier método empleado generará sostenibilidad al suelo (Velazco y Trinidad 2016, p. 53).

De esta manera, el problema general de la presente investigación es el siguiente: ¿Cuáles son los métodos de compostaje de residuos orgánicos?; y los problemas específicos son:

- ¿Cuáles son los métodos de compostaje más utilizados de residuos orgánicos?
- ¿Cuáles son los tipos de residuos orgánicos de los métodos de compostaje?
- ¿Cuáles son los parámetros de calidad del compost obtenido de los métodos de compostaje de residuos orgánicos?

Por lo tanto, la justificación se planteó con la finalidad de aportar conocimientos relacionados a los métodos de compostaje de residuos orgánicos, siendo estos una alternativa aplicable en la agricultura gracias a su alto rendimiento en los cultivos y como mejorador de las características físicas del suelo y su fertilidad (Campos, Brenes y Jimenez, 2016, p. 27), basados en revisiones científicas para proporcionar una bibliografía sobre el tema. Así también, brindar la información necesaria para futuros temas de investigación.

El objetivo general es describir los métodos de compostaje de los residuos orgánicos, mientras que los objetivos específicos son los siguientes:

- Indicar los métodos de compostaje más utilizados de residuos orgánicos.
- Mencionar los tipos de residuos orgánicos de los métodos de compostaje.
- Indicar los parámetros de calidad del compost obtenido de los métodos de compostaje de residuos orgánicos.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los antecedentes en base a estudios científicos.

TABLA N°01. Antecedentes

N.º	Autor y año	Método	Metodología	Parámetros de calidad	Resultados
1	(Muñoz, Dorado y Pérez 2015)	Vermicompostaje	Se usaron los residuos orgánicos de una galería municipal. Como sustrato se empleó excreta de vacuno, además de la lombriz roja Eisenia foetida. Se usaron 2 cajones, L1 y L2, de 0.8m ³ cada uno, cuyo muestreo se ejecutó de tipo cuadrícula, para poder obtener 1kg de muestra que fue secada al aire libre para su posterior tamizaje. Este muestreo se realizó en los días 0 y 90.	Dentro de estos parámetros tenemos: pH, carbono, materia orgánica, nitrógeno, relación C/N y capacidad de intercambio catiónico.	El pH obtenido fue de 8.29 y 8.68; el carbono con un porcentaje de 20.91 y 19.12; la materia orgánica con 41.83 y 38.25%; el nitrógeno de 1.71 y 1.89%; la relación C/N fue de 10.13 y 12.22, finalmente la capacidad de intercambio catiónico fue de 43.83 y 49.43meq/100g.
			En este experimento se usaron residuos de bovinos, porcinos y aves, y como sustrato cascarillas de arroz, para ello se utilizaron 3		

2	(Biacchi Vione et al., 2018)	Vermicompostaje	lechos de mampostería de 0.33m ³ , inoculadas al inicio con 400 lombrices de tierra de la especie <i>Eisenia sp.</i> , a este proceso se le agregó agua para poder mantener la humedad, culminando a los 210 días.	Se evaluó el pH, C, N, Mg y relación C/N.	El pH osciló entre 6.9 a 8.1; N de 1.3; C de 20.5; Mg de 1.4 y la relación C/N de 15.8.
3	(Bohórquez Sandoval et al. 2020)	Vermicompostaje	Se empleó rumen y se almacenó en pilas de 10m cubriéndolas con una película plástica para evitar contaminación y deshidratación, cuyo contenido se apiló en lechos de 3 volúmenes diferentes T1, T2 y T3 y se empleó lombrices de tierra <i>Eisenia foetida</i> . Este proceso duró 120 días.	Los parámetros evaluados fueron humedad, pH, relación C/N y como nutrientes N, P y K.	La humedad obtenida fue: T1, 72.9%; T2, 74%; T3, 71.6%. El pH: T1, 6.34; T2, 6.52; T3, 6.23. La relación C/N: T1, 12.5; T2, 13.1; T3, 15. Los nutrientes N: T1, 1.975%; T2, 2.22%; T3, 1.88%. P: T1, 1.44%; T2, 1.52%; T3, 1.59%. K: T1, 0.54%; T2, 0.55; T3, 0.56%.
4			Se empleó residuos de sacrificio y estiércol de cabras y ovejas, pasto de elefante y poda de árboles secos. El proceso se llevó a cabo en una mampostería de 128m, con	Los parámetros analizados fueron temperatura,	La temperatura obtenida fue de 42°C; la humedad de 30%; el pH tuvo un

	(Souza et al. 2019)	Pilas estáticas con aireación pasiva	revestimiento de suelo techado y cementado. Las celdas de compostaje fueron construidas con 3.5 (ancho) x 2 (profundidad) x 1.60m (altura). El periodo del proceso fue de 120 días.	humedad, relación C/N, pH.	valor de 7.7; la relación C/N de 8.4.
5	(Pane et al., 2015)	Pilas estáticas con aireación forzada	Se usaron residuos de las plantas de tomate, residuos de escarola, astillas de madera, y compost maduro. Se utilizaron 4 pilas estáticas; C1, C2, C3 y C4, de 6m ³ con una aireación forzada mediante inyección de aire de 5 min cada 3 horas y para humedecer la pila se hizo a través de un sistema de riego de PVC, todo esto durante un periodo de 90 días.	Los parámetros analizados fueron: pH, nutrientes (N, P, K, Ca, Na).	Se obtuvo para C1, C2, C3 y C4 respectivamente lo siguiente: pH, 8.40, 8.19, 8.12 y 8.31; N, 1.25, 1.23, 1.41 y 1.52%; P, 0.023, 0.020, 0.045 y 0.048%; K, 1.46, 1.21, 1.99 y 1.92%; Ca, 3.87, 5.32, 4.43 y 4.90%; Na, 0.20, 0.15, 0.22 y 0.15%.
6	(Michalak, Wilk y Chojnacka 2017)	Pilas móviles o hileras	La materia orgánica empleada fueron algas verdes, este compostaje se realizó en una pila con una humedad del 60-65% durante	Dentro de sus parámetros evaluados están:	Se observó que la relación C/N logró disminuir en un 29 y 30%. El contenido de P oscila entre 0.003% a 0.183%; N

			las primeras 6 semanas y se le realizó el volteo una vez por semana.	Relación C/N, P, N, K, Ca, Fe.	de 0.0028% a 2.3%, K de 0.0171% a 1.8%. Para Ca se obtuvo un 27% y para Fe un 9%.
7	(Ballesteros et al., 2018)	Pilas móviles o hileras	Se armaron 2 pilas de 250 kg. Los sustratos para P1 fueron de arcilla, lama, biosólido y FORSU y para la P2 fueron de arcilla, lama y biosólido. Estos sustratos se colocaron en el suelo y se humedecieron con agua, y se le realizó una aireación de paleo manual cada 48 horas, finalmente se pudo obtener la composta en 28 días.	Se evaluó la humedad, temperatura y pH.	Los resultados obtenidos para humedad fueron P1 de 41.70% y P2 de 34.67%; el pH para P1 fue de 7.36 y P2 de 6.96. La temperatura final para P1 y P2 fue menor a 20°C.
8	(Barbaro et al. 2019)	Pilas móviles o hileras	En este estudio usaron como materia orgánica corteza de pino. Se realizaron 2 muestras, pino fino (CCPF) y pino grueso (CCPF), este proceso se realizó mediante hileras con volteo que se fueron regando periódicamente. Además se le adicionó urea granulada. El volteo de las hileras se	Los parámetros evaluados fueron pH, conductividad eléctrica (CE), calcio, magnesio, potasio y sodio.	Los resultados de las muestras evaluadas fueron: Para CCPF: pH 5.42; CE 0.09 dS/m; Ca 4 mg/L; Mg 6 mg/L; P 195 mg/L; Sodio 138 mg/L. Para CCPG: pH 5.26, CE

			realizaron semanalmente a través de un tractor con pala mecánica.		0.17 dS/m; Ca 14 mg/L; Mg 18 mg/L; P 195 mg/L; Sodio 128mg/L.
9	(Castillo, Viteri y Rosero 2015)	Composteras	En este estudio se montaron 3 composteras, y los residuos colocados en ellas fueron haba, maíz, quinua, rosas y claveles, estiércol vacuno (1020kg en total), estos picados de 1-5 cm y colocados en diferentes capas, los volteos de estas composteras se realizaron en los días 15, 30 y 45. El total de estos residuos fueron mezclados con 1020 g de sustratos con 20L de agua, cada compostera fue ajustada con una humedad de 60% y finalmente cubierta con un plástico. Este proceso duró 60 días.	Los parámetros que se determinaron fueron temperatura, pH, conductividad eléctrica (CE).	La temperatura osciló entre 26°C y 30°C, el pH osciló entre 8.1 y 8.5; la CE fue de 4 dS/m.
10		Composteras	Los residuos utilizados fueron aves muertas, despojos, desechos de criadero y una mezcla (órganos viscerales y plumas de aves), y fueron colocadas en 12 contenedores. La primera capa fue de paja de trigo (agente de carga), luego se le añadió	Se evaluó la temperatura, pH,	La temperatura alcanzada fue de 43.3-47.7°C. La humedad osciló entre 45% y 66%. el pH desde la primera

	(Irfan et al. 2020)		una capa de desechos y una capa de arena; así secuencialmente hasta completar una altura de 5 pies, para finalmente cerrar el contenedor con 12 pulgadas de arena.	humedad, N, K, P y Ca.	etapa hasta el final del compost osciló entre 8.81 y 8.86. los valores de N, K, P, Ca, fueron de 0.9789, 0.0001, 0.0001 y 0.0072%, respectivamente.
11	(Jiménez, Calleja y Romero 2018)	Takakura	Se usaron 88,29 kg de residuos de alimentos que es igual a 232L que fueron colocados en 2 cajas para el proceso de compostaje. Cada caja con 4kg de sustratos, que fueron introducidos en una bolsa de tela de algodón para impedir la propagación de vectores. Este proceso tuvo un periodo de 42 días.	Los parámetros que se evaluaron en este estudio fueron: Relación C/N, humedad, temperatura, y pH.	La relación C/N fue de 15/1, la humedad fue de 21% y logró alcanzar temperaturas altas de 54-60°C con un pH de 6, esto porque se realizó en un circuito abierto.
12			Se utilizó residuos de comida, frutas y verduras, desechos de jardín, de papel y salvado y cáscara de arroz como lecho fermentativo. En este proceso se fermentaron 2 soluciones, una de azúcar que consistió en 6L de agua y 600g de microorganismos fermentados; y la salina		

	(Aslanzadeh, Kho y Sitepu 2020)	Takakura	consistió en 6L de agua, 120g de sal y 1200g de residuos vegetales y se incubaron durante 2 semanas. Se prepararon 3 lechos donde se agregaron 224ml de solución con 2.6kg de salvado de arroz y 210ml de solución con 0.5kg de cáscara de arroz que fueron mezclados. A los tres lechos luego se agregaron los residuos mezclados. La aireación se realizó por volteo diariamente durante las 2 semanas iniciales. Este proceso de compostaje duró 48 días.	Se evaluó la temperatura, pH, humedad, C/N, P, K.	La temperatura alcanzada osciló entre 26 y 28°C, el pH entre 6-7, humedad 27%, C/N 16/1, P 48%, K 8%.
13	(Handajaningsih y Munawar 2016)	Indore	El proceso empleó estiércol de cabra, paja de arroz, cáscara de arroz y hojas y se realizó en dos lugares diferentes, UNB-1 (Zona agrícola integrada) y UNB-2 (Unidad de manejo de residuos). Este proceso tuvo una duración de 1.5 meses y el compost obtenido se aplicó en una planta de maíz y así evaluar el rendimiento del compost.	Los parámetros que se evaluaron al final de la obtención del compostaje fueron: Temperatura, humedad, pH, N, P y K.	El estudio arrojó que la temperatura para UNB-1 y UNB-2 fueron ambas de 42°C; la humedad fue de 64% y 75% respectivamente; el pH de ambos fue de 8; N alcanzó 0.30 y 0.67%; P, 0.51 y 0.75%; finalmente K, 1.05 y 1.80%.

14	(Nada 2015)	Reactor	<p>En este estudio se utilizó heces de vaca, tallos de maíz que fueron cortados de 1-5 cm, para ello se utilizaron cilindros de plástico de 45L como reactores para el proceso de compostaje, que consistía en dos capas de plástico con una de lana de vidrio además en la parte superior se le colocó una tapa de plástico con orificios para facilitar el ingreso del sensor de temperatura que iba conectado a un registrador automático de temperatura. Este reactor contó con 2 aberturas en el fondo para el drenaje de lixiviados y permitir la aireación. Este proceso duró 60 días.</p>	<p>Se analizó la temperatura, carbono total y nitrógeno total.</p>	<p>La temperatura se mantuvo en 60°C, el carbono total tuvo una disminución entre 70 y 85% de su contenido inicial de 36 a 56%, el nitrógeno total disminuyó de 19 al 45%.</p>
		Reactor	<p>Como materia orgánica se empleó residuos agrícolas como cáscaras, cascarillas, frutas, hortalizas, hojas, semillas y hierbas aromáticas, que fueron trituradas a un tamaño de 1-5 cm. Para este proceso se elaboró un reactor con un sistema rotatorio con palas unidas en su centro, y con 4</p>	<p>Los parámetros evaluados fueron temperatura, humedad, nitrógeno,</p>	<p>En el proceso final de compostaje se alcanzó una temperatura de 20°C y la humedad en 30%. El Nitrógeno total fue de</p>

15	(Ahmadi et al. 2020)		sensores que permitieron mantener la temperatura y la humedad, además se utilizó un sistema para la circulación de aire y otro para suministrar el agua. Este proceso duró 40 días.	potasio, calcio, magnesio, y fósforo.	1.47%, Potasio total de 2.13%, Calcio total de 1.41%, Mg total de 0.27%, Fósforo total de 0.30%.
----	----------------------	--	---	---------------------------------------	--

En la presente investigación se considera conocer y estudiar los siguientes términos conceptuales:

Los residuos sólidos son sustancias o materiales desechados, que pueden ser sólidos, semisólidos o gaseosos generados en actividades industriales, comerciales, agrícolas, actividades comunitarias, entre otras. Su eficiente manejo comprende la recolección, tratamiento y disposición (Dauda, Mankilik y Ebele, 2017, p. 141). Cuando no se tratan correctamente y/o se vierten en vertederos originan microorganismos patógenos, produciendo también explosiones de gas metano, provocando contaminación del aire, agua, suelo (Çelikler y Harman, 2015, p. 149).

Estos residuos se clasifican en orgánicos como desperdicios de comida, jardín, verdes, cáscaras de fruta, verduras; inorgánicos como papel, cartón, vidrio, plástico; inertes como escombros, residuos de demolición, construcción; peligrosos como pinturas, baterías, fluorescentes y tóxicos como pesticidas, herbicidas, fungicidas (Banerjee et al, 2019, p. 1030).

Los residuos orgánicos son cualquier material o subproducto de procesos biodegradables procedentes de plantas o animales. Su característica principal es que son degradados con el tiempo por otros organismos teniendo en cuenta su composición y contenido de humedad, esta composición varía dependiendo de la naturaleza del material original (Abu et al, 2017, p. 2) presentan una biodegradación microbiológica en un periodo de al menos seis semanas a una humedad superior al 55% (Rojas, Monge y Herrera, 2020, p. 61).

TABLA N°02. Tipos de residuos orgánicos

TIPOS DE RESIDUOS	GENERACIÓN	EJEMPLOS
Residuos domésticos	Cocina	Restos de comida, cáscaras de frutas, verduras
	Comercio	Bolsas de té, desperdicios de pan, alimentos vencidos
	De jardín	Hojas, césped, restos de poda

Residuos orgánicos industriales	Mataderos/ procesamiento de corral, productos marinos	Pieles, grasas, intestinos, huesos, cortados de alas, conchas.
	Industria de papel/madera	Pulpa, serrín
	Industria azucarera	melaza
	Procesamiento de frutas y verduras	Cáscaras, semillas
	Procesamiento de cereales	Cascarilla, paja, tallos
Residuos orgánicos agrícolas	Cosecha de arroz, soja, caña, maíz, trigo	Paja, salvado, cáscara, pulpa, bagazo
	Bovinos	Estiércol, residuos de carne
	Cosecha de frutas y vegetales	Semillas, cáscaras
	Aceites y semillas oleaginosas	Fibras, cáscaras

Fuente: (Abu et al, 2017, p. 2)

Estos residuos orgánicos son reciclados en un proceso llamado compostaje, siendo este el principal medio de tratamiento (Da Costa et al, 2018, p. 465). El compostaje es un proceso natural de descomposición aeróbica de la materia orgánica fermentable por la acción de microorganismos que llevan a cabo reacciones de mineralización y humificación de las sustancias orgánicas (Cantero et al, 2020, p. 72). Es muy reconocido por su implicancia en el tratamiento de residuos orgánicos, ya que se ha convertido en un enfoque para estabilizar la materia orgánica contenida en los mismos (Graça et al, 2021, p. 1).

Aquí los microbios llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica utilizando carbono y nitrógeno como fuentes de energía junto con oxígeno y agua, lo que garantiza la producción de agua, dióxido de carbono, calor y compost que enriquece el suelo (Rastogi, Nandal y Khosla, 2020, p. 2); por lo tanto las poblaciones mixtas de bacterias mesófilas y termófilas deben realizar una óptima

actividad. He aquí algunas de las principales bacterias que destacan: *mycococcus virescens*, *aerobacter*, *pseudomonas sp* y *termomonospora* (Czikkely, Tóth y Fogarassy, 2018, p. 11).

Como producto resultante se origina el compost, que es una sustancia rica en carbono y nutrientes, usado como fertilizante orgánico o como enmienda del suelo (Walling, Trémier y Vaneckhaute, 2020, p. 381). Este, está determinado por el tipo de residuo aportado, la tecnología y duración del proceso. Cuando el producto final es homogéneo, posee color oscuro y olor a tierra de bosque es de buena calidad (Campos, Brenes y Jimenez, 2016, p. 27). Así también durante su elaboración debe garantizar parámetros físicos, químicos y biológicos adecuados, además el grado de estabilidad y madurez óptimos, ya que sus efectos beneficiosos están relacionados con los mismos (Khater, 2015, p. 1).

TABLA N°03. Etapas del compostaje

ETAPAS	
Mesófila	Los microorganismos utilizan C y N aumentando la temperatura a 40-45 °C en una semana, la materia orgánica se descompone en compuestos solubles que producen ácidos orgánicos, disminuyendo el pH.
Termófila	A 45 °C, proliferan bacterias termófilas, que degradan celulosa y lignina, transforman el nitrógeno en amoníaco y aumentan el pH. A partir de los 60 °C, aparecen bacterias encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. El calor destruye bacterias como <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella spp.</i>
De enfriamiento o mesófila II	Al agotarse las fuentes de C y N, la temperatura disminuye hasta los 40-45 °C. Continúa la degradación de celulosa, hemicelulosa y lignina, y se observan algunos hongos. Demanda de varias semanas.
De maduración	Demora meses a temperatura ambiente, ocurren reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados, para producir ácidos húmicos y fúlvicos.

Fuente. (Pedraza y Hernández 2019, p. 54)

La principal ventaja del compostaje es que recicla los desechos orgánicos en lugar de ser dispuestos en vertederos o incinerados (Galsim et al, 2020, p. 1), mejora la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, mejora de la porosidad del suelo con el aumento de agua disponible para las plantas, elimina enfermedades patógenas como *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium* spp, así como nemátodos (Scotti et al, 2015, p. 337), reduce la dependencia de pesticidas y fertilizantes sintéticos, reduce el riesgo de emisión de metano y erosión del suelo, adiciona materia orgánica que estabiliza el pH, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, proporciona macro y micro nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, boro y hierro. Entre sus inconvenientes se destacan los requisitos de tierra para el sitio de compostaje, posibilidad de emisión de olores, influencia del clima, liberación lenta de nutrientes y el tiempo que conlleva el proceso (Palaniveloo et al. 2020, p. 3-4).

En este proceso influyen factores como la humedad que debe encontrarse entre 50% -70% de acuerdo con la composición de la materia orgánica (Jain, Daga y Kalamdhad, 2019, p. 2) ,la aireación que debe estar mantenida debajo de 60-65, la temperatura debe oscilar entre 50-55 °C, el pH cuyos valores ideales oscilan entre 5,5 y 8, el tamaño de partícula asegura el nivel de porosidad , el óptimo debe ser 25 mm, los agentes de carga (astillas de madera, aserrín, cáscara de arroz) son suplementos que demuestran un compostaje eficiente (Rastogi, Nandal y Khosla 2020), la relación C/N cuyo rango óptimo oscila entre 25-30; el compost promedio debe contener 33.3 % de materia orgánica pero no menor del 20% y el contenido de agua no más de 40% (Sayara et al, 2020, p. 5) y, por último, la conductividad eléctrica que es un indicativo de la concentración de iones en el compost (Dadi et al, 2019, p. 267).

Cuando no se ha completado con éxito el proceso de compostaje se origina riesgos como; fitotoxicidad, ya que el nitrógeno en forma de amonio se transforma en amoniaco siendo tóxico para las plantas; falta de nitrógeno porque no ha alcanzado una relación C/N equilibrada; reducción de oxígeno radicular, ya que cuando el material en fase de descomposición se aplique al suelo los microorganismos agotarán el oxígeno y el exceso de amonio y nitrato, porque el material en exceso de amonio tiende a perderlo por infiltración o volatilización, de la misma forma

puede ser absorbida por el cultivo produciendo acumulación de nitratos (Roman, Martínez y Pantoja, 2015, p. 10) .

No existe un método universal para el compostaje ya que los tipos de sustratos y su condición fisicoquímica influyen en el proceso (Leow et al., 2018, p. 86), de la misma manera existen sistemas abiertos en los que el material orgánico se apila en montones que se vuelcan para promover aireación y cerrados que implica el uso de reactores para un mejor control de aireación, temperatura y humedad pero los costos son mayores (Motta et al, 2019, p. 307); es por ello que entre los métodos más destacados se encuentra el de pilas móviles o también llamado hileras, este procesa un gran volumen de desechos orgánicos, los cuales se trituran y se colocan en hileras de 2-3 m de alto y 3-5 m de ancho (Newman y Jain 2018, p. 57-58), mayormente tienen una cubierta de malla / red para evitar depredadores, se puede usar para desechos de aves de corral y ser adoptado comercialmente requiriendo un gran patio de almacenamiento, así como maquinaria. Otro método es el de composteras que se realiza a pequeña escala en un contenedor pequeño que puede tener tres compartimentos (primario, secundario y de curado) (Irfan et al, 2020, p. 2).

El método de pila estática aireada no requiere voltear para proporcionar aireación, este es adecuado para una gran cantidad de desechos orgánicos (Lim et al, 2017, p. 1052), en este método se encuentran pilas estáticas con aireación pasiva que se realizan apilando residuos dejándolos sin movimiento, por lo que su aireación se efectúa pasivamente (tubos perforados) y pilas estáticas con aireación forzada (inyección o succión de aire), en las cuales los materiales son aireados frecuentemente garantizando la concentración adecuada de oxígeno (Paterlini, Gonzales y Picone, 2017, p. 386).

El vermicompostaje es otro de los métodos, cuyo nombre proviene de latín “vermi” que significa lombriz, vermicompost (estiércol de lombriz), basado en las interacciones entre las lombrices de tierra y microorganismos durante el paso intestinal de la materia orgánica (Bellitürk, 2018, p. 33-34) convirtiendo los desechos orgánicos en abono de alta calidad, con excelente estructura, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad, rico en NPK,

micronutrientes y microbios beneficiosos del suelo (Ramnarain, Ansari y Ori 2019, p. 23).

El método Indore utiliza residuos vegetales, estiércol animal y orina, tierra, ceniza de madera. Todos los residuos se convierten en una capa de unos 15 cm de espesor hasta que tenga un metro y medio de altura, el montón se corta en rodajas verticales de unos 20-25 kg para el descanso nocturno. Este método es laborioso y requiere mucho tiempo (Ayilara et al, 2020, p. 7).

El método Takakura -desarrollado por Koji Takakura- está basado en dos soluciones fermentadas, cultivadas a partir de materiales disponibles localmente e inoculadas como material de lecho de fermentación. Este lecho es utilizado como compost (Aslanzadeh, Kho y Sitepu, 2020, p. 2), cuyas ventajas es que se puede completar en una o dos semanas, además de operar en áreas más pequeñas de tierra debido a su simplicidad y alta productividad (Nuzir, Hayash y Takakura, 2019, p. 71).

Finalmente, dentro de los métodos de sistemas cerrados destaca el compostaje en reactores, que consta de un sistema sellado con ventilación forzada motorizado que sopla aire fresco a través del compost desde el fondo del recipiente. Este método conlleva altos costos (Liu et al. 2020, p. 2).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

(Fidias, 2017, p. 70) señaló que la investigación aplicada es una actividad de búsqueda de conocimientos que pueden ser utilizados en la solución de problemas prácticos, además (Baimyrzaeva, 2018, p. 6) mencionó que la investigación aplicada es un tipo de investigación que emplea hallazgos y teorías relevantes desarrolladas en la investigación básica; es decir, utiliza el conocimiento proporcionado por esta, para generar respuestas en la resolución de problemas sociales, administrativos, educativos, entre otros. En base a ello, se determinó que esta investigación es de tipo aplicada porque buscó la respuesta de un propósito determinado, en este caso el desarrollo de métodos de compostaje a través de metodologías e investigaciones científicas.

3.1.2. Diseño de investigación

(Kruth 2015, p. 220-224), señala que en la investigación cualitativa los participantes facilitan sus propias experiencias, con la finalidad de brindar información útil para que los lectores puedan familiarizarse con los hallazgos. Por otro lado (Sovacool, Axsen y Sorrell 2018, p. 23), afirman que la investigación narrativa es favorable para revisiones exploratorias que buscan sintetizar conocimientos de una variedad de perspectivas y disciplinas.

Es por ello que este trabajo de investigación consideró un diseño cualitativo, ya que se analizaron los artículos de investigación científica obtenidos en la búsqueda para concretar los posteriores resultados. Por lo tanto posee un diseño cualitativo narrativo de tópicos ya que está orientada en una temática, suceso o fenómeno (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 490).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN APRIORÍSTICA

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
Indicar los métodos de compostaje más utilizados de residuos orgánicos.	¿Cuáles son los métodos de compostaje más utilizados de residuos orgánicos?	Métodos de compostaje (Liu et al. 2020, p.2)	Vermicompostaje (Jjagwe et al, 2019, p. 3) Composteras (Afonso et al, 2021, p.2) Pilas estáticas con aireación forzada (Pane et al. 2015, p. 2) Pilas móviles o hileras (Jalalipour et al. 2020, p. 3) Reactor (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019, p. 1524)	De acuerdo al periodo de tiempo (Sánchez et al, 2017, p. 288)	De acuerdo a la metodología (Sánchez et al, 2017, p. 288)
Mencionar los tipos de residuos orgánicos de los	¿Cuáles son los tipos de residuos	Tipos de residuos orgánicos	Residuos domésticos (Jara et al. 2017, p. 4) Residuos orgánicos industriales (Dadi et al, 2019, p. 265)	De acuerdo a la relación C/N	De acuerdo al contenido

métodos de compostaje	orgánicos de los métodos de compostaje?	(Abu Yazid et al, 2017, p. 2)	Residuos orgánicos agrícolas (Rizzo et al, 2015, p. 43)	(Jjagwe et al. 2019, p. 4)	de nutrientes (Jjagwe et al. 2019, p. 4)
Indicar los parámetros de calidad del compost obtenido de los métodos de compostaje de residuos orgánicos	¿Cuáles son los parámetros de calidad del compost obtenido de los métodos de compostaje de residuos orgánicos?	Parámetros de calidad (Bohórquez et al, 2020, p 9204)	Parámetros físicos (Jara et al, 2017, p. 8) Parámetros químicos (Jara et al, 2017, p. 8)	De acuerdo a la etapa inicial (Schubert et al, 2019, p. 591)	De acuerdo a la etapa final (Schubert et al. 2019,p. 591)

3.3. Escenario de estudio

En esta revisión sistemática, los escenarios de estudio fueron los mercados, fincas, campos, corrales, mataderos de donde se obtuvieron residuos orgánicos además de las granjas y aserraderos que permitieron la recolección de diferentes tipos de estiércol y aserrín, para su posterior mezcla en el proceso de los diferentes métodos de compostaje. En la parte final se recolectaron las muestras del compost obtenido que fueron llevadas a los laboratorios de institutos o campos de investigación experimental de universidades para la evaluación de los parámetros de calidad del compost final.

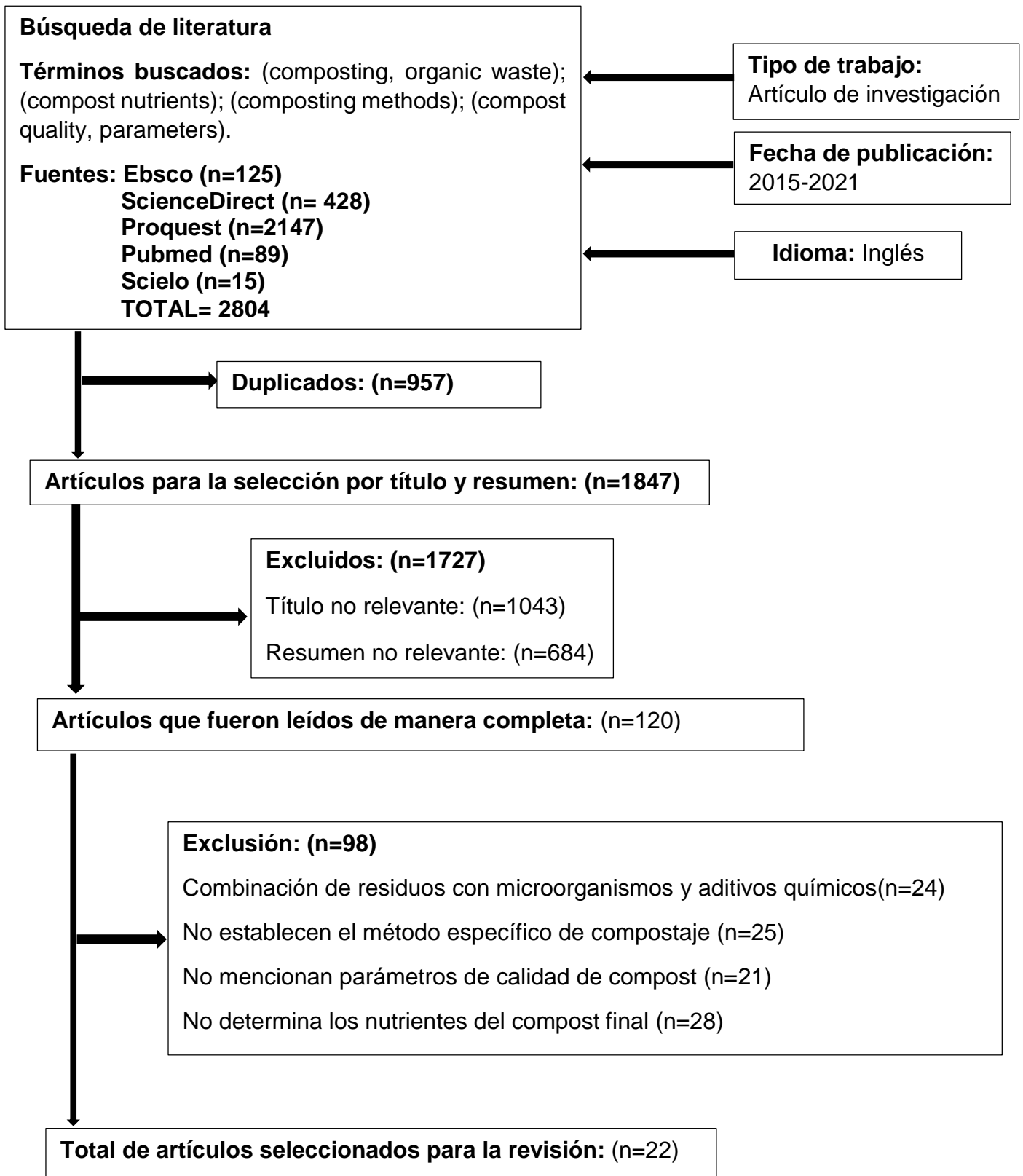
3.4. Participantes

Para la presente revisión sistemática se tomó la información de fuentes basadas de artículos de revistas indexadas provenientes de las siguientes bases de datos académicos: Ebsco, Proquest, ScienceDirect, Scielo y Pubmed.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se aplicó la técnica de análisis de documentos, en la que (Khairil et al, 2017, p. 7201) mencionan que esta técnica en métodos cualitativos es empleada para indagar un problema, en el que se lleve a cabo detalladamente la comprensión de un fenómeno central analizando los datos para la descripción y los temas utilizando texto de análisis e interpretación del significado más amplio del hallazgo que no podría adquirirse de un análisis cuantitativo. En base a esto se elaboraron fichas de análisis de contenido de los artículos científicos escogidos (Anexo 1).

3.6. Procedimientos



Para la identificación de los artículos se realizó una búsqueda utilizando palabras claves en inglés como (composting, organic waste); (compost nutrients); (composting methods); (compost quality, parameters); considerándose como criterios solo artículos de investigación científica, con un periodo de antigüedad de siete años. Dichos artículos se obtuvieron de las siguientes bases de datos: (Ebsco: n=125), (Proquest: n=2147), (Sciencedirect: n=428), (Pubmed: n=89) y (Scielo: n=15), alcanzando un total de 2804 artículos, de los cuales 957 fueron excluidos por duplicados, resultando 1847 artículos, luego se procedió a la selección de artículos de acuerdo a criterios de títulos y resúmenes no relevantes, excluyéndose 1727 artículos. Debido a ello sólo quedaron 120 artículos que se leyeron completamente. La siguiente exclusión se realizó en base a: Combinación de residuos con microorganismos y aditivos químicos (n=24), no establecen el método específico de compostaje (n=25), no mencionan parámetros de calidad de compost (n=21), no determina los nutrientes del compost final (n=28), que permitieron eliminar 98 artículos. Finalmente, solo se dispuso de 22 artículos para ser analizados y plasmados en los resultados.

3.7. Rigor científico

La investigación cualitativa que tiene como objetivo explorar, descubrir y comprender utiliza criterios para juzgar la calidad y los resultados de la investigación. Estos criterios o estándares son: credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad (Ulin, Robinson y Tolley, 2016, p. 25).

La credibilidad se basa en la confiabilidad y refleja los rasgos éticos de los proveedores de información que garantizan que esta persona proporcione información válida (Chen y Davison 2019, p. 305).

Este trabajo de investigación aplicó al criterio de credibilidad al proporcionar datos verídicos sustentados por los mismos investigadores, que sean creíbles y valorados por los lectores.

La transferibilidad se refiere al potencial del investigador al facilitar una descripción precisa del procedimiento de investigación; así los lectores podrán

verificar si sus hallazgos tienen gran relevancia, guiándose de las experiencias de los partícipes (Korstjens y Moser, 2018, p. 122).

El presente trabajo de investigación aplicó el criterio de transferibilidad debido a que menciona los diferentes métodos de compostaje de residuos orgánicos para que los lectores puedan utilizar estos hallazgos en futuras investigaciones.

La Confiabilidad o dependencia se refiere a la consistencia y valor de medición de los resultados, los cuales deben ser creíbles y precisos, asegurando la validez de la investigación (Haradhan, 2017, p. 68).

El presente trabajo aplicó este criterio debido a que se realizó una evaluación a los artículos de investigación científica obtenida de las bases de datos ya antes mencionadas, citadas y referenciadas validando su confiabilidad.

La confirmabilidad hace mención que los resultados de la investigación se generan a partir de las ideas y experiencias descritas de los participantes y no de las preferencias del investigador (Van de Kruk, 2018, p. 16).

Se aplicó la confirmabilidad debido a la legitimidad de los resultados de acuerdo a la información recopilada, evitando alterar su contenido original.

3.8. Método de análisis de la información

La información fue analizada a través de una matriz de categorización apriorística que se compone de tres categorías; métodos de compostaje, tipos de residuos orgánicos y parámetros de calidad.

La categoría métodos de compostaje comprende vermicompostaje, pilas estáticas con aireación forzada, pilas móviles o hileras, compostera y reactor para el análisis de esta categoría se incluyeron los siguientes criterios; de acuerdo al periodo de tiempo y de acuerdo a la metodología, de modo que con ambos criterios se logre recopilar la información necesaria de los artículos científicos para demostrar los resultados relacionados a esta categoría y responder los objetivos planteados.

Respecto a la segunda categoría tipos de residuos orgánicos contiene tres subcategorías residuos domésticos, residuos orgánicos industriales y residuos orgánicos agrícolas, para su respectivo análisis se llevaron a cabo dos criterios;

de acuerdo a la relación C/N y de acuerdo al contenido de nutrientes, de igual forma con la anterior categoría, estos criterios lograron seleccionar la información necesaria de los artículos científicos para demostrar los resultados relacionados a esta categoría y responder a los objetivos.

Finalmente, la tercera categoría parámetros de calidad, incluye tres subcategorías parámetros físicos y químicos, y posee los siguientes criterios; de acuerdo a la etapa inicial y de acuerdo a la etapa final, que nos permitirán seleccionar la información adecuada de los artículos científicos para demostrar los resultados relacionados a esta categoría y cumplir con los objetivos planteados.

3.9. Aspectos éticos

Esta investigación siguió los lineamientos señalados en el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo mediante la resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017, de la misma manera se ha cumplido y respetado los lineamientos de la Norma Internacional de Estandarización ISO 690:2010 para la elaboración del estilo de citas y referencias bibliográficas, así también se ha llevado a cabo de manera honesta y transparente el empleo e interpretación de la información, respetando las fuentes verdaderas y los derechos de propiedad de los autores principales, ejecutando el trabajo de manera ética.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 22 artículos originales en los cuales especificó el método de compostaje empleado. En estos explicó la metodología que se realizó ya sea a pequeña o gran escala, así también el periodo de tiempo empleado en todo el proceso de compostaje (Tabla 04). Fueron 5 métodos de compostaje en total, la mayoría de los artículos utilizaron el método de pilas móviles o hileras teniendo un total de ocho artículos, estos fueron: (Dadi et al. 2019), (Rizzo et al. 2015), (Jara et al. 2017), (Jalalipour et al. 2020), (Oviedo et al. 2015), (Irfan et al. 2020), (Motta Tratsch et al. 2019) y (Ripp et al. 2020). Seis artículos de vermicompostaje: (Schubert et al. 2019), (Bohórquez et al. 2020), (Jjagwe et al. 2019), (Nurhidayati, Ali y Murwani. 2017), (Haynes y Zhou. 2016) e (Islam et al. 2018). Cuatro artículos del método de composteras: (Afonso et al. 2021), (Sánchez et al. 2017), (Storino et al. 2017) y (Sun et al. 2019). Dos artículos de pilas estáticas con aireación forzada: (Pane et al. 2015) y (Liu et al. 2020) y dos artículos que utilizaron el método de reactor: (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit. 2019) y (Vázquez et al. 2020).

Las investigaciones fueron realizadas en diferentes países de los cinco continentes, 17 países en total (Gráfico 01), la mayoría se desarrollaron en América efectuándose en cinco países, una en Argentina, Ecuador y México, tres en Brasil y dos en Colombia, dando un total de ocho artículos. En el continente Asia, se llevaron a cabo en seis países; una en Bangladés, Irán, Tailandia, Indonesia y Pakistán; y en China se elaboraron dos investigaciones experimentales generando un total de siete, en Europa se desarrollaron en tres países: una en Portugal e Italia destacando España con dos investigaciones indicando un total de cuatro artículos, en lo referente al continente África se llevaron a cabo las investigaciones en dos países: una en Etiopía y una en Uganda; y por último en Oceanía que se desarrolló en un solo país; Australia. Lo que da un total de 22 artículos o investigaciones ya mencionados anteriormente.

GRÁFICO N°01. PAÍSES DONDE SE DESARROLLARON LAS INVESTIGACIONES INCLUIDAS EN LA REVISION SISTEMÁTICA

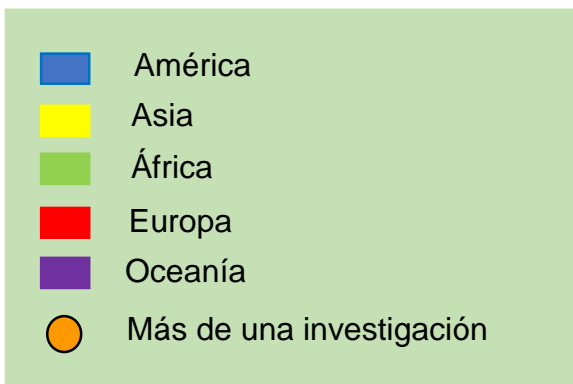
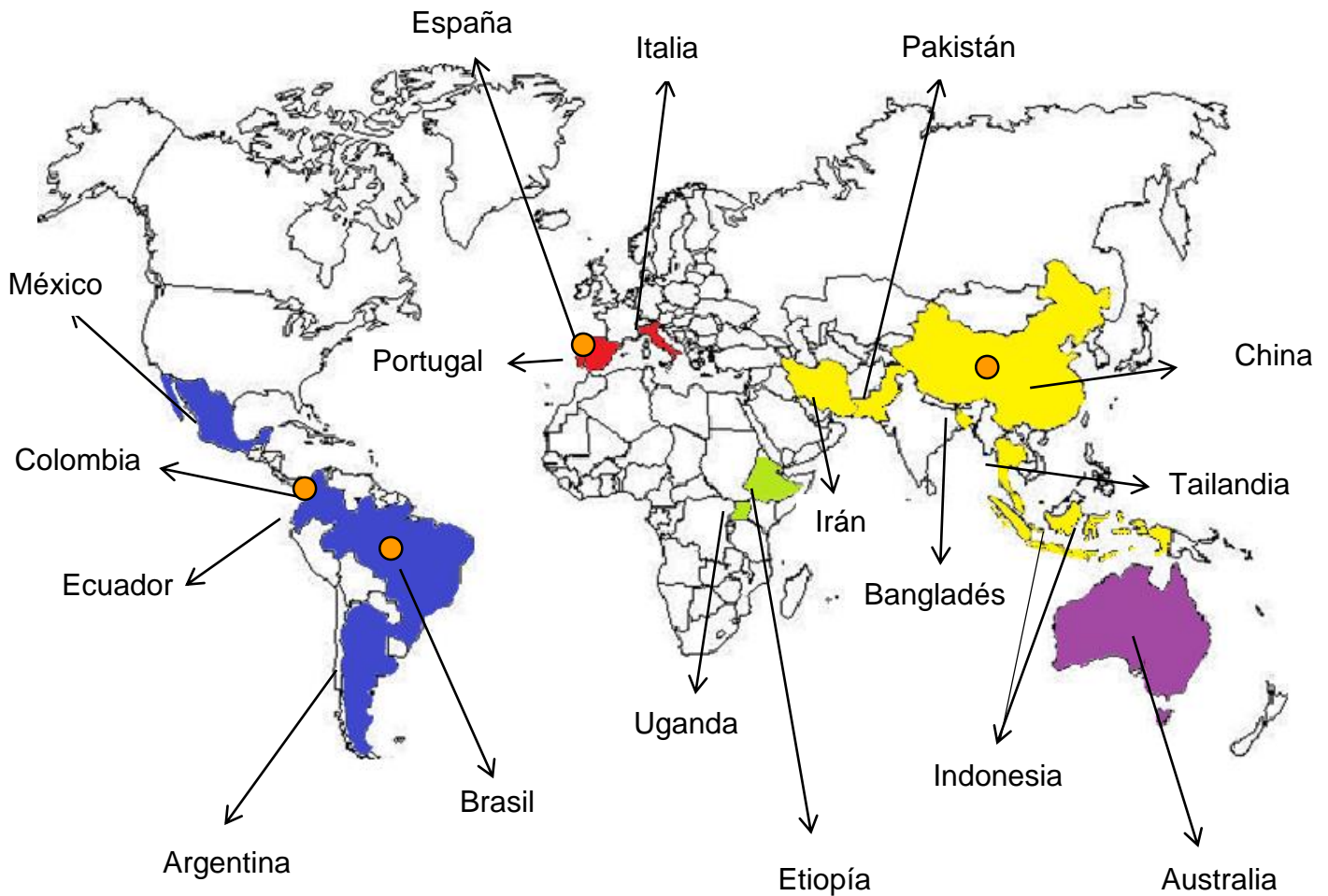


TABLA N°04. MÉTODOS DE COMPOSTAJE, METODOLOGÍA Y PERIODO DE TIEMPO

ESTUDIO	MÉTODO DE COMPOSTAJE	PERIODO DE TIEMPO	METODOLOGÍA	BIBLIOGRAFÍA
<p>Compostaje y co-compostaje de cáscara y pulpa de café con residuos sólidos urbanos separados en origen: un gran avance en la valorización de los residuos de café.</p>	<p>Pilas móviles o hileras</p>	<p>3 meses</p>	<p>Se compostaron veinticuatro montones en una casa abierta con piso cementado y protegidos con plástico. Las pilas fueron regadas después de verificar la humedad. Se volteó 2-3 veces por semana durante los primeros dos meses, luego la frecuencia se redujo a solo una vez por semana.</p>	<p>(Dadi et al, 2019)</p>
<p>Co-compostaje de estiércol de aves de corral con otros desechos agrícolas: rendimiento del proceso y uso hortícola de compostaje.</p>	<p>Pilas móviles o hileras</p>	<p>83 días</p>	<p>Se construyeron pilas (1,5m de alto, 2m de ancho y 2m de largo) con tres réplicas de 2m³ cada una y una altura de 1m. Se voltearon manualmente cada 3 días durante la primera fase y cada 5 días en la última fase. La humedad se mantuvo mediante riego y teniendo en cuenta la precipitación local.</p>	<p>(Rizzo et al, 2015)</p>

Macrofauna edáfica en degradación de residuos animales y vegetales.	Vermicompostaje	3 meses	Luego de un proceso de estabilización inicial, se realizó cada tratamiento con diferentes residuos, totalizando 25 unidades experimentales en parcelas plásticas de 10 litros. El primer día se inocularon 150 lombrices (<i>Eisenia foetida</i>) en cada parcela. A los 87 días se realizó la evaluación de la multiplicación de las lombrices de tierra, mediante el conteo manual.	(Schubert et al, 2019)
Reciclaje de hojas de lúpulo ricas en nutrientes mediante el compostaje con paja de trigo y estiércol de corral en mezclas adecuadas.	Compostera	9 meses	Las materias primas en diferentes proporciones se colocaron en 7 compostadores en capas delgadas. Se voltearon manualmente a los 14, 56, 147 y 210 días. La temperatura se controló diariamente durante los primeros 10 días y a los 15, 30, 60, 120 y 240 días. La humedad se controló mediante observación regular.	(Afonso et al, 2021)
Desarrollo de fertilizantes orgánicos a partir de residuos del mercado de alimentos y jardinería	Pilas móviles o hileras	6 meses	Se realizó en hileras 1.8 x 3 x 1.5 m (largo x ancho x alto). Las mezclas (1000 kg cada una) se voltearon mecánicamente cuando la temperatura descendió a menos de 40°C (8 giros para P1 y P2; 4 para P3). Los composts	(Jara et al, 2017)

<p>urbana mediante compostaje en Ecuador.</p>		<p>se dejaron madurar en condiciones estáticas durante un mes. La temperatura y la humedad se controló diariamente.</p>	
<p>Efecto de los residuos de tomate compostado en la finca o la actividad biológica del suelo y los rendimientos de un sistema de cultivo de tomate.</p>	<p>Pila estática con aireación forzada 90 días</p>	<p>Fueron 4 pilas estáticas con diferentes composiciones de las materias empleadas de 6m de volumen. La aireación se proporcionó mediante inyección de aire a través de una red de tubos conectados a un soplador (0.75 KW) que se activaba (5 min cada 3 horas) con un temporizador electrónico. Cuando la humedad era menor a 50% se regaba manualmente. Las temperaturas se midieron mediante termosensores colocados a 15 cm del fondo del pilote.</p>	<p>(Pane et al, 2015)</p>
<p>Potencial de producir compost a partir de desechos orgánicos municipales separados en origen (un estudio de caso en Shiraz, Irán).</p>	<p>Pilas móviles o hileras 10 semanas</p>	<p>La altura de la hilera era de 1 a 2 m. La temperatura se midió con un termómetro digital en cinco puntos a lo largo de la pila y en tres profundidades (30 cm desde arriba, medio y desde abajo). Se usó un medidor de humedad Portal. Se utilizó un volteador de hileras especializado, tres horas de la 1era y 2da</p>	<p>(Jalalipour et al, 2020)</p>

				<p>semana y dos horas de la 3era a la 5ta semana; a partir de la 6ta, el montón se revolvió una vez a la semana.</p>	
<p>El progreso de las tecnologías de compostaje desde la pila estática hasta el reactor inteligente: beneficios y limitaciones.</p>	<p>Pila estática con aireación forzada</p>	<p>14 días</p>		<p>Se construyó un canal con muros de 1.6 m de alto y 18 m de ancho. Se instalaron dos tuberías conectadas a una bomba de 15 Kw/h debajo del canal para suministrar oxígeno. Se suministró una máquina de torneado para mezclar la materia prima en el canal. La instalación se cubrió con láminas de acero, se colocó en el canal una pila de 10 m de largo, 18 m de ancho y 1.4m de alto y se proporcionó aireación forzada desde el fondo de aproximadamente 600m/min, de 15 min/hora y luego 45 min de la frecuencia de giro era una vez al día.</p>	<p>(Liu et al. 2020)</p>
<p>Vermicompostaje: una alternativa de transformación del contenido ruminal generado en mataderos.</p>	<p>Vermicompostaje</p>	<p>120 días</p>		<p>Se almacenó en pilas de 10 m³ con lombrices de tierra; cubriéndolas con una película plástica. El contenido ruminal se apiló en lechos de tres volúmenes, de 5,94 m³, 23,01 m³ y 16,74 m³. Se colocó un termómetro Halthen en</p>	<p>(Bohórquez et al, 2020)</p>

			tres ubicaciones diferentes dentro de las pilas a una profundidad entre 5 y 10 cm.	
Evaluación de un sistema de vermicompostaje de estiércol de ganado mediante análisis de flujo de materiales: un estudio de caso de Uganda.	Vermicompostaje	3 meses	Fueron tres unidades cada unidad con un pallet base, dos pallets de soporte y una superior (1 m x 1 m x 0,3 m). El pallet base consistía en una red en la parte inferior. La plataforma superior también estaba cubierta por una red junto con un saco para limitar la cantidad de luz. Se introdujo 1kg de lombriz de tierra (<i>Eudrilus euginea</i>).	(Jjagwe et al, 2019)
Comparación de tres sistemas de descomposición de residuos agrícolas para la producción de fertilizantes orgánicos.	Compostera	183 días	Se llenaron cajas pallet de 1110,9 L. El riego mantuvo la humedad entre 50% y 60%. Se voltearon manualmente cada 28 días. La temperatura se registró diariamente utilizando un termómetro de pistilo con un rango mínimo de -20 ° C y máximo de 110 ° C. Se tomaron nueve muestras a los 4, 35, 68, 98, 127, 141, 155, 169 y 183 días.	(Sánchez et al. 2017)
Efecto de la adición de materiales a granel sobre el proceso de compostaje	Pilas móviles o hileras	120 días	La instalación de los pilotes se realizó por triplicado, 318 kg para el experimento 1 y 258 kg para el experimento 2. Todos tenían 0,6-0,8	(Oviedo et al, 2015)

de residuos sólidos urbanos.			m de altura y estaban protegidos con techo impermeable y a 2 m de distancia entre ellos. La temperatura se midió en el centro de cada pila usando un termómetro de 30 cm, y se voltearon cuando alcanzaban temperaturas de 65 °C o más.	
Compostaje intermitente alimentado de residuos de alimentos de una ciudad turística menor, utilizando reactores con diferente ventilación pasiva.	Reactor	60 días	Fueron 5 experimentos, con 3 biorreactores cada uno, dando un total de 15 biorreactores, se añadieron 4,5 kg de residuos cada día hasta una capacidad de 85 kg cada uno. Los biorreactores fueron de 200L; se cubrió con una capa de aislamiento de espuma de 3mm de espesor para controlar la temperatura. Se añadieron los residuos con un tamaño de < 1,5 cm. Se cerraron las tapas y se midieron la temperatura, la humedad y el pH cada día.	(Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019)
Efecto del régimen de alimentación en el compostaje en los contenedores.	Compostera	30 semanas	Se utilizaron 16 contenedores de plástico de 320 litros. El experimento incluyó una fase preliminar de 7 semanas, 6 semanas de alimentación del contenedor y una fase de maduración de 17 semanas.	(Storino et al, 2017)

<p>Composición química del vermicompost elaborado a partir de residuos orgánicos mediante el vermicompostaje y el compostaje con adición de harina de pescado y cáscaras de huevo.</p>	<p>Vermicompostaje</p>	<p>6 semanas</p>	<p>Se realizó en macetas cilíndricas de plástico (diámetro superior 47 cm, inferior 40 cm y altura 32 cm). La capacidad era de 12 kg de residuos. Cada una tenía 20 pequeños agujeros en el fondo. Fueron 9 tratamientos, cada uno se repitió tres veces (27). Luego se introdujeron 285 gramos de lombrices <i>Lumbricus rubellus</i> en cada una, las cuales fueron cubiertas con una tela negra para evitar la luz solar.</p>	<p>(Nurhidayati, Ali y Murwani, 2017)</p>
<p>Desarrollo de tecnologías para el compostaje local de residuos alimentarios de universidades.</p>	<p>Reactor</p>	<p>4 meses</p>	<p>Constó de dos reactores, el dinámico formado por un cilindro de 1 m de diámetro y 2 m de longitud, con una capacidad de 40-80 kg / día. Este tenía un espiral accionado por un motor eléctrico, sistema de aireación forzada con biofiltro para tratar efluentes gaseosos. Se cargó cada dos días con desechos frescos y agente de carga. La mezcla se reguló con temporizadores electrónicos cada 1-2 h durante 10 a 20 días. Luego el material predigerido pasó a un reactor estático de 1050 L donde se</p>	<p>(Vázquez et al, 2020)</p>

			alcanzaron temperaturas termofílicas para después continuar con la etapa de maduración.	
Una evaluación de las propiedades químicas y microbiológicas de diferentes tipos de compost de desechos avícolas preparado por un sistema de compostaje en contenedores e hileras.	Pilas móviles o hileras	41 días	Se colocaron 12 pilas de 6m de largox6m anchox4m de altura. En la hilera principal se colocó una capa de 30 cm de residuos seguida de una capa delgada de paja de trigo. Luego se agregó una sola capa de material de desecho con una capa de 6 pulgadas de arena. Después capas de materiales de desecho, agentes de carga y arena hasta una altura de 5 pies. Finalmente, una capa de 12 pulgadas de arena.	(Irfan et al, 2020)
Comparación de las propiedades químicas, físicas y microbianas de los composts producidos por compostaje convencional o vermicompostaje utilizando las mismas materias primas.	Vermicompostaje	18 semanas	Se realizó en contenedores de 0,53 x 0,34 x 0,18 m (largo x ancho x profundidad), que fueron perforados con orificios de 4 mm de diámetro. La materia prima se agregó a una profundidad de 8 cm y se agregó agua para lograr un contenido de 70-80%. Se introdujeron 1500 lombrices de tierra adultas (<i>Eisenia fetida</i>) por contenedor. Cada 6 semanas de incubación, se añadieron 14,4 L de materia prima.	(Haynes y Zhou, 2016)

<p>Composición y mineralización de compost orgánico derivado del compostaje de residuos de frutas y verduras.</p>	<p>Pilas móviles o hileras</p>	<p>95 días</p>	<p>Las pilas de cada tratamiento tenían 3m de largo, 1m de ancho y 1m de alto, protegidas por techo metálico de aluminio, un piso de concreto inclinado de los lados hacia el centro, donde se ubicaba un desagüe. Cada pila se dividió en tres porciones de 1m de longitud. El volteo se realizó con pala y azadón cada tres días durante los primeros 30 días. Pasados estos, se realizó el volteo semanalmente.</p>	<p>(Motta et al, 2019)</p>
<p>Reciclaje de residuos orgánicos mediante el proceso de vermicomposición de estanques de vaca y residuos de cultivos.</p>	<p>Vermicompostaje</p>	<p>120 días</p>	<p>Se instalaron 16 camas, las cuales tenían 5 pies de largo, 2 de altura, 3 de ancho y 1,5 pies debajo de la superficie para usar la temperatura del suelo. Se hizo una estructura con sombra de estaño. La instalación estaba rodeada por muros limítrofes, así también contaba con drenaje. La capa de alimentación se mantuvo a menos de 1 pie. Se colocó 10,000 lombrices en cada cama y se monitoreó la tasa de crecimiento y producción.</p>	<p>(Islam et al, 2018)</p>
<p>Proceso de compostaje en la producción de sustratos</p>			<p>Se instalaron seis pilas de compostaje con una masa de 480 kg. Se operaron tres pilas en un</p>	

<p>de lechuga: Efecto de recubrimiento y frecuencia de giro.</p>	<p>Pilas móviles o hileras</p>	<p>3 meses</p>	<p>patio de compostaje equipado con pisos de concreto. Se construyeron tres pilotes adicionales en un entorno sin cobertura, sin protección contra las precipitaciones. Durante el primer mes, todas las pilas se voltearon dos veces por semana y, a partir de entonces, solo una vez por semana.</p>	<p>(Ripp et al. 2020)</p>
<p>Correlación entre microorganismos oxidantes de amoníaco y factores ambientales durante el compostaje de estiércol de ganado.</p>	<p>Compostera</p>	<p>29 días</p>	<p>Se realizó en un recipiente aireado (50 cm x 50 cm x110 cm). El recipiente se aisló para mantener el calor producido durante el compostaje y se bombeó aire desde el fondo del recipiente. El compost se volteó manualmente los días 8, 15, 25.</p>	<p>(Sun et al. 2019)</p>

Con respecto al método de pilas móviles o hileras (Irfan et al. 2020) indican que es uno de los más comunes y viables a nivel de finca, donde se forma una hilera / pila con múltiples capas de materiales de desecho y agentes de carga con una cubierta de malla / red para evitar depredadores. Es un método adoptado comercialmente, que puede requerir un piso de concreto y un gran patio de almacenamiento, así como maquinaria para llevar a cabo el procedimiento de volteos; de la misma manera (Jalalipour et al. 2020) afirman que este método es uno de los más empleados y que se adopta principalmente a gran escala además brinda datos importantes de su desarrollo, como la dimensión de la hilera la cual tiene gran importancia para que se logre calentar el pilote de manera adecuada; los rangos de altura que deben ser de 1 a 2 m, y la forma de la superficie arqueada con pendiente baja para permitir una mayor absorción de agua de riego / lluvia, de igual forma los volteos que deben ser apropiados; para proporcionar oxígeno a la población microbiana y ajustar el contenido de humedad y temperatura a un nivel óptimo.

En el vermicompostaje (Schubert et al. 2019) afirman que de las numerosas especies de lombrices de tierra conocidas en el mundo, *Eisenia foetida* es la más utilizada debido a su amplia distribución, tolerancia a la fluctuación de temperatura, resistencia a la manipulación, capacidad para vivir en residuos orgánicos con diferentes grados de humedad, además de su alta capacidad reproductiva y rápido crecimiento, del mismo modo (Islam et al. 2018) confirman esta hipótesis; ya que de miles de especies de lombrices de tierra, *Eisenia foetida* es la más empleada porque su ciclo de reproducción es de aproximadamente 30 días desde el apareamiento hasta la puesta de huevos y la población de gusanos puede duplicarse cada 60 días. Así también cada día pueden consumir materiales orgánicos equivalentes a su peso corporal para producir nitrógeno.

Las apreciaciones de (Storino et al. 2017), de que la compostera es uno de los métodos domésticos más prácticos de reciclaje de residuos en el hogar, con un contenedor individual por hogar, o a escala comunitaria, el cual ha sido reconocido como un medio factible para reducir los costes de la recogida selectiva, transporte e infraestructura son confirmadas por (Irfan et al. 2020) que establecen que la compostera es una excelente práctica doméstica a pequeña escala de las cuales se pueden obtener buenos resultados; además señalan que se puede realizar en

un contenedor pequeño que tiene 3 compartimentos (primario, secundario y de curado) sin mucho esfuerzo.

Las hipótesis de (Pane et al. 2015) y (Liu et al. 2020) son acertadas ya que afirman que el método de compostaje de pila estática con aireación forzada es una tecnología a gran escala, un método que es muy practicado y utilizado en granjas ganaderas y en empresas de procesamiento de fertilizantes orgánicos, ya que son fáciles de operar y requieren menos equipo debido a que las pilas al estar conectadas a una bomba o soplador que les permita suministrar oxígeno, no se realizan gastos en maquinaria que realice los volteos que el proceso necesita.

En lo referente al método de reactor (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit 2019) y (Vázquez et al. 2020) establecen que es una de las últimas tecnologías que pertenece a un sistema de compostaje cerrado, son generados a gran escala lo cual conlleva a una alta inversión inicial de equipo. Este consta de un sistema sellado con un sistema de ventilación forzada motorizado que sopla aire fresco a través del compost desde el fondo del recipiente.

Según la clasificación de los tipos de residuos orgánicos (Tabla 02) es importante señalar que no todos los residuos fueron aplicados para todos los métodos de compostaje (Tabla 04). Se obtuvo que los domésticos fueron utilizados por el método de pilas móviles o hileras, vermicompostaje y reactor; por otro lado, los residuos industriales aplicados en todos los cinco métodos más comunes resultantes como pilas móviles o hileras, pilas estáticas con aireación forzada, vermicompostaje, compostera y reactor; y por último los residuos agrícolas empleados en todos los métodos mencionados excluyendo el método de reactor.

Con respecto al método de pilas móviles o hileras se apreció que emplearon como producto principal residuos domésticos como cáscaras de frutas y verduras obtenidas de domicilios o supermercados (Dadi et al. 2019); (Jara et al. 2017); (Jalalipour et al. 2020); (Motta et al. 2019); (Oviedo et al. 2015). Por otro lado, llama la atención que en este método, además de utilizar residuos domésticos, utilizaron residuos industriales donde (Dadi et al. 2019) emplearon madera blanda seca y (Rizzo et al. 2015) utilizaron aserrín y virutas, estos como agentes de carga para poder mantener un equilibrio en la relación C/N. De otra manera se halló el uso de

residuos agrícolas, donde (Jara et al. 2017) emplearon poda de jardinería afirmando que ayudan a la reacción de mineralización y humificación de los residuos. Por otro lado (Jalalipour et al. 2020) utilizaron desechos de jardín y (Oviedo et al. 2015) emplearon bagazo de caña de azúcar y afirmando ambos que estos ayudan a acelerar el proceso de degradación de los residuos orgánicos en la etapa inicial acortando el tiempo para seguir con la siguiente etapa termofílica.

TABLA N°05.: TIPOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EMPLEADOS

MÉTODO DE COMPOSTAJE	TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO	BIBLIOGRAFÍA
Pilas móviles o hileras	Residuos domésticos: cáscaras de frutas y verduras C/N 40/1, poda de árboles C/N 44/1, hojas secas C/N 40-80/1 y recortes C/N 25-40/1. Residuos agrícolas: Bagazo de caña de azúcar C/N 103/1, cáscara de arroz C/N 66-95/1, estiércol de aves de corral C/N 5-15/1, paja de trigo C/N 110-150/1, mazorcas de maíz C/N 117/1, hojas de plátano falso C/N 3/1. Residuos industriales: desechos de criaderos C/N 2/1, aserrín C/N 200-500/1, virutas C/N 100-150/1, madera blanda seca C/N 723/1, cáscaras de café C/N 8/1 y pulpa de café C/N 29/1, aves muertas C/N 5/1.	(Dadi et al. 2019), (Rizzo et al. 2015), (Jara et al. 2017), (Jalalipour et al. 2020), (Irfan et al. 2020), (Motta et al. 2019), (Oviedo et al. 2015), (Ripp et al. 2020)
Pilas estáticas con aireación forzada	Residuos agrícolas: estiércol de cerdo C/N 20/1, estiércol de vaca C/N 15-20/1, cáscara de arroz C/N 66-95/1, plantas de tomate C/N 37/1. Residuos industriales: aserrín C/N 200-500/1, astillas de madera C/N 200-500/1.	(Liu et al. 2020), (Pane et al. 2015)

Vermicompostaje	Residuos agrícolas: estiércol bovino C/N 16/1, estiércol equino C/N 15/1, estiércol de oveja C/N 22/1, hojarasca C/N 17-47/1, residuos de hierbas C/N 17/1, residuos de arrastre de café C/N 38/1. Residuos domésticos: recortes de césped fresco C/N 25-40/1. Residuos industriales: harina de cáscara de huevo C/N 15/1, harina de pescado C/N 4-5/1, desechos de hongos C/N 25/1, desechos de mataderos C/N 2/1.	(Schubert et al. 2019), (Bohórquez et al. 2020), (Jjagwe et al. 2019), (Nurhidayati, Ali y Murwani 2017), (Haynes y Zhou 2016), (Islam et al. 2018)
Composteras	Residuos agrícolas: estiércol de vaca C/N 18/1, residuos de cosecha de frutas y verduras C/N 40/1, paja de trigo C/ 110-150/1, paja de arroz C/N 77/1, hojas de lúpulo C/N 17/1. Residuos industriales: residuos de poda astillados de madera C/N 200-500/1, aserrín C/N 200-500/1.	(Afonso et al. 2021), (Sánchez et al. 2017), (Storino et al. 2017), (Sun et al. 2019),
Reactor	Residuos domésticos: residuos de verduras y frutas C/N 40/1, pan, sobras de arroz C/N 15/1, residuos de poda C/N 44/1. Residuos industriales: restos de pescado y carne C/N 2/1, aserrín C/N 200-500/1, ceniza de cáscara de arroz C/N 66-95/1.	(Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019), (Vázquez et al. 2020)

Dentro del método de pilas estáticas con aireación forzada se utilizaron residuos agrícolas y residuos industriales (agentes de carga) , en el que (Pane et al. 2015) emplearon como materia prima principal plantas de tomate y estiércol de vaca y como agente de carga astillas de madera; en comparación con (Liu et al. 2020) que utilizaron estiércol de cerdo y cáscara de arroz y como agente de carga aserrín.

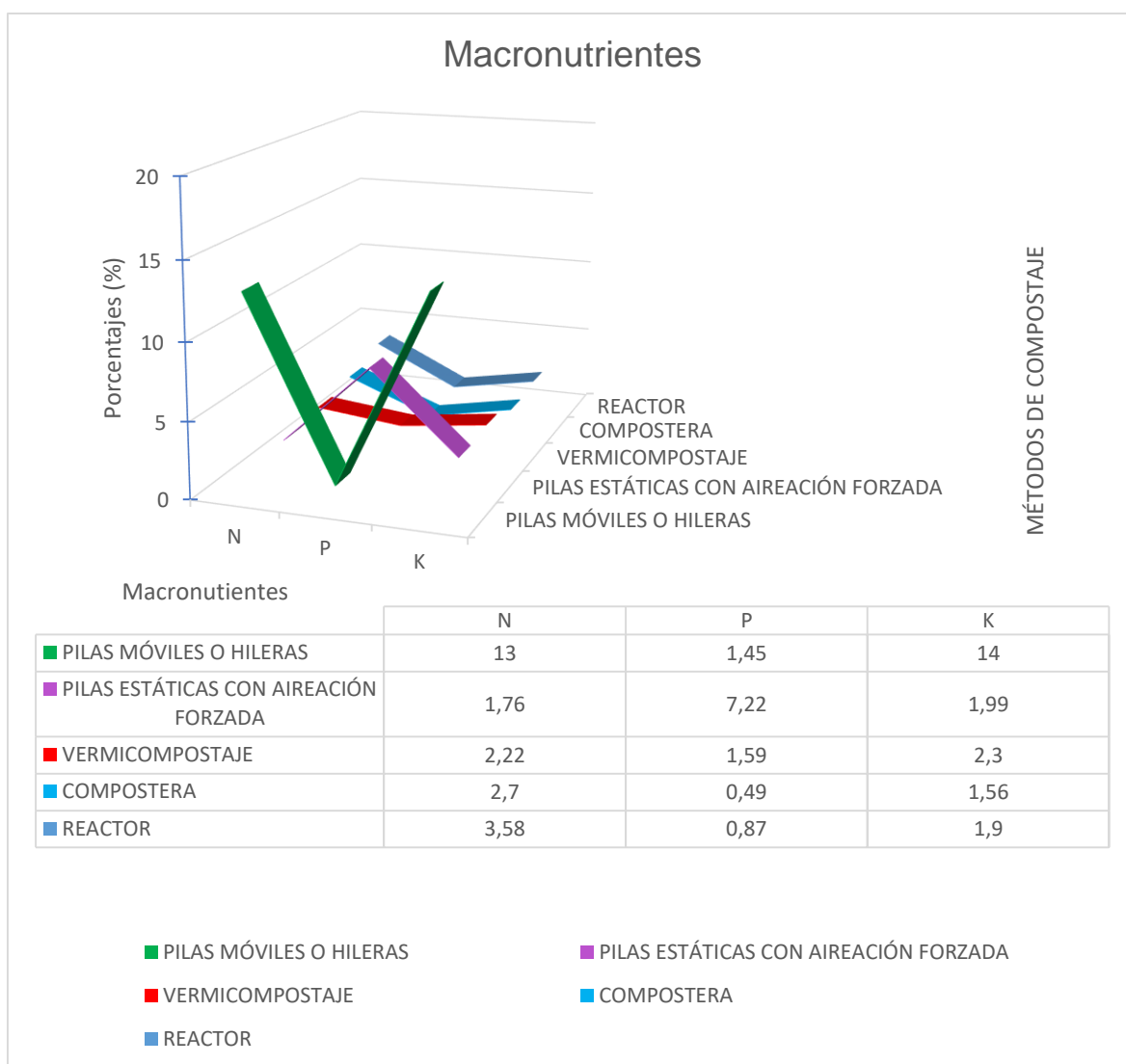
El método de vermicompostaje llama mucho la atención ya que, a diferencia de los otros métodos de compostaje, utiliza la lombriz de tierra en conjunto con otros microorganismos como punto clave para lograr la degradación de los residuos orgánicos, y según (Islam et al. 2018) mencionan que las especies más comunes son *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus*, *Eisenia Andrei*, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae*, *Dendrobaena veneta* y *Perionyx hawayana* y gracias a su excelente proceso se obtienen fertilizantes orgánicos a partir de dichos residuos. Entre ellos tenemos que (Haynes y Zhou 2016) utilizaron *Eisenia foetida* y hace mención que estas lombrices de tierra son sensibles a la salinidad y a la alta conductividad eléctrica, y el emplear residuos domésticos derivados de jardines como recortes de césped fresco y malezas y estiércol de ganado ayudan a incrementar la cantidad de lombrices de tierra, gracias a la fuente de alimento que posee el estiércol de ganado, mientras que (Nurhidayati, Ali y Murwani 2017) utilizaron la lombriz de tierra de la especie *Lumbricus rubellus*, además de residuos agrícolas como estiércol de vaca, hojarasca y como residuos industriales empleó harina de pescado y harina de cáscara de huevo, estos como agentes de carga, afirmando que usando el método de vermicompostaje y compostaje producen un compost de mejor calidad y por último (Bohórquez et al. 2020) afirman que emplear lombrices y residuos de matadero para la obtención de un buen compost final, ayudan a estabilizar las propiedades del suelo.

En el método de composteras, (Storino et al. 2017) señalan que este proceso es uno de los más prácticos y se pueden realizar en los mismos hogares. En su estudio empleó residuos agrícolas como restos de cosecha de frutas y verduras además de residuos industriales de poda astillados de madera como agente de carga, favoreciendo la aireación y evitando la formación de lixiviados. Si realizamos una comparación con otros métodos mencionados anteriormente, se puede concluir que, según (Dadi et al. 2019) durante su proceso en el método de pilas móviles o hileras, añade una cierta cantidad de residuos en la etapa inicial y a las pilas o hileras se les realiza un volteo manual cada cierto tiempo para una buena aireación mientras que (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit. 2019) durante su proceso en el método de reactores concluye que los residuos orgánicos se añaden diariamente durante un periodo de tiempo para mantener la aireación adecuada. Por otro lado (Storino et al. 2017) recomiendan que la adición de los residuos orgánicos se

realice con menos frecuencia para evitar la alteración de la fitotoxicidad y la salinidad del compost.

El gráfico 02 muestra los resultados de los macronutrientes obtenidos en la fase de maduración, siendo éstos los principales indicadores que definen la calidad del compost. Según (Jalalipour et al. 2020) los macronutrientes N P K deben proporcionar elementos nutritivos para el crecimiento de los cultivos, es por ello su importancia en la fase final de maduración.

GRÁFICO N°02. MACRONUTRIENTES DEL COMPOST FINAL



En el método de pilas móviles o hileras, (Jalalipour et al. 2020) alcanzaron los valores más altos de N con 13% y K con 14%, en la que hace mención que se debió al tipo de residuo orgánico empleado, utilizando residuos de frutas, hortalizas y

residuos vegetales que contienen mayor contenido de N; por otro lado los valores más altos de P en este método fueron alcanzados por (Oviedo et al. 2015) con 1.45%, estando dentro del rango permitido.

Seguidamente en el método de pilas estáticas con aireación forzada observamos que los niveles más altos de N fueron logrados por (Liu et al. 2020) con 1.76% y con 7.22% de P, en el que menciona que no se observó mucha pérdida de estos nutrientes debido a la menor tasa de degradación de materia orgánica; por otra parte los estudios de (Pane et al. 2015) alcanzaron los valores más altos de K con 1.99% debido a la cantidad de residuos de plantas de tomate utilizados.

Con respecto al método de vermicompostaje (Bohórquez et al. 2020) arrojaron valores máximos de 2.22% de N debido a la mineralización de este nutriente mediante la acción de las lombrices de tierra y 1.59% de P favoreciendo la disponibilidad de estos nutrientes para con las plantas asimismo con el suelo. Los valores máximos de K fueron alcanzados por (Schubert et al. 2019) con valores máximos de 2.3%, indicando que esto es debido a la capacidad que poseen las lombrices de tierra para descomponer los compuestos orgánicos.

En el método de composteras el estudio de (Storino et al. 2017) fue el que alcanzó los valores más altos de N P K con 2.7%, 0.49% y 1.56%, respectivamente, mencionando que es por la cantidad añadida de residuos orgánicos en la etapa inicial, es ahí donde se logra preservar la cantidad de estos nutrientes.

Por último tenemos el método de reactor donde (Vázquez et al. 2020) alcanzaron los valores más altos con 3.58% de N y 1.9% K, debido a la proporción del agente de carga y residuos orgánicos empleados; por otro lado los valores de P fueron de (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019) con 0.87% gracias a la ventilación de 0.3% del volumen del reactor empleado.

Es importante señalar que en todos los métodos de compostaje los valores más altos de N P K se debieron a la cantidad y tipo de residuo orgánico empleado en la etapa inicial según (Jalalipour et al. 2020), (Liu et al. 2020), (Pane et al. 2015), (Storino et al. 2017) y (Vázquez et al. 2020); mientras que (Bohórquez et al. 2020) y (Schubert et al. 2019) afirman que esos valores se deben a la capacidad que poseen las lombrices de tierra para descomponer los residuos orgánicos; por

último, según (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019) concluyen que es gracias a la ventilación de 0.3% del volumen del reactor que se empleó.

Hay que detallar que el compostaje en toda la duración del proceso; desde la etapa inicial hasta la etapa final tiene que estar controlado por parámetros físicos y químicos (Tabla 06) que proporcionen los datos adecuados garantizando que el compost obtenido sea finalmente de excelente calidad y apto para ser utilizado.

(Dadi et al. 2019) señalan que para determinar la eficiencia del producto final del proceso de compostaje independiente del método se requiere el control de varios factores como contenido de nutrientes, relación C / N, temperatura, pH, humedad, suministro de oxígeno, conductividad eléctrica para obtener un producto agrícola de alta calidad, de la misma manera se confirma su hipótesis ya que (Rizzo et al. 2015) afirman que los parámetros más importantes en el compost final son temperatura, contenido de nutrientes, humedad, pH, conductividad eléctrica y relación C/N.

TABLA N°06. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN LA ETAPA INICIAL Y FINAL

MÉTODO DE COMPOSTAJE	PARÁMETROS DE CALIDAD				BIBLIOGRAFÍA
	ETAPA INICIAL		ETAPA FINAL		
	FÍSICOS	QUÍMICOS	FÍSICOS	QUÍMICOS	
Pilas móviles o hileras	Temperatura 48-64 °C	pH 8-9.7	Temperatura 18-28 °C	pH 8.5-9.6	(Dadi et al, 2019)
		CE 2.5-8 mS/cm		CE 1.8-5 mS/cm	
		Relación C/N 20-40		Relación C/N 13-24	
Pilas móviles o hileras	Temperatura 32-34 °C	pH 7.8-8.4	Temperatura 12-20 °C	pH 7.8-8.2	(Rizzo et al, 2015)
	Humedad 71-73%	CE 19-21 mS/cm	Humedad 53-56%	CE 1.5-3.5 mS/cm	
		Relación C/N 15-25		Relación C/N 12.8- 15.1	

Vermicompostaje	Humedad 31-34%	pH 5.29- 8.06	Humedad 24-34%	pH 4.95- 7.88	(Schubert et al, 2019)
		Relación C/N 13/1- 29/1		Relación C/N 9/1- 24/1	
Composteras	Temperatura 22-68 °C	Relación C/N 22-40	Temperatura 15-20 °C	Relación C/N 11-28	(Afonso et al, 2021)
Pilas móviles o hileras	Temperatura 22-24°C	pH 6.35- 6.8	Temperatura 20-23°C	pH 7.43- 8.85	(Jara et al, 2017)
		CE 2.29- 4.4 mS/cm		CE 1.42- 2.02 mS/cm	
Pila estática con aireación forzada	Humedad 60%	pH 6.8-7.5.	Humedad <50%	pH 8.12- 8.4	(Pane et al, 2015)
		CE 4.3- 10.62 mS/cm		CE 2.69- 8.92 mS/cm	
Pilas móviles o hileras	Temperatura 35°C	Relación C/N 25-30	Temperatura 30°C	Relación C/N 16	(Jalalipour et al, 2020)
	Humedad 62%	pH 7.1 CE 2.03 dS/m	Humedad 35%	pH 8.4 CE 3.36 dS/m	
Pila estática con aireación forzada	Temperatura 45°C	pH 6.62- 7.31	Temperatura 65°C	pH 7.45- 7.97	(Liu et al, 2020)
	Humedad 62.34-65.8%		Humedad 35.22-47.9%		
Vermicompostaje	Humedad 83.2%	pH 8.18	Humedad 71.6-74%	pH 6.23- 6.52	(Bohórquez et al, 2020)
		Relación C/N 19.9		Relación C/N 12.5- 15	

Vermicompostaje	Humedad 65%	pH 7.91- 8.19	Humedad 55%	pH 6.32- 6.54	(Jjagwe et al, 2019)
		Relación C/N 23.23- 24.71		Relación C/N 9.17- 9.87	
Composteras	Temperatura 46°C	pH 8.8	Temperatura 25°C	pH 9.58	(Sánchez et al, 2017)
		Relación C/N 20		Relación C/N 11.17	
		CE 2.4 dS/m		CE 1.9 dS/m	
Pilas móviles o hileras	Temperatura 20-40°C	pH 4.5-6.1	Temperatura 20-22°C	pH 7.31- 10.38	(Oviedo et al, 2015)
	Humedad 50.6-66.8%	Relación C/N 25-29	Humedad 27.15- 38.33%	Relación C/N 9.43- 14.77	
Reactor	Temperatura 30-49°C	pH 6.85-7.8	Temperatura 50-57.3°C	pH 7.56-8.5	(Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019)
		Relación C/N 21.4- 27.2		Relación C/N 17.3- 23.6	
Composteras	Temperatura 23°C	pH 8.6-8.8	Temperatura 36.1-44.8°C	pH 8.6-8.8	(Storino et al, 2017)
		Relación C/N 17/1		Relación C/N 13.8- 16.7	
Vermicompostaje	Humedad 60%	pH 7.6-8.3	Humedad 40%	pH 6.33- 7.03	(Nurhidayati, Ali y Murwani ,2017)
		Relación C/N 36-38		Relación C/N 22-35	

Reactor	Temperatura 12 °C	Relación C/N 22-28	Temperatura 20 °C	Relación C/N 10.98- 15.15	(Vázquez et al, 2020)
	Oxígeno 20- 21%		Oxígeno 20%		
Pilas móviles o hileras	Temperatura 63.3-69.4°C	pH 8.81 – 8.86	Temperatura 43.3-47.7°C	pH 8.81 – 8.86	(Irfan et al, 2020)
	Humedad 56-66%		Humedad 44-50%		
Vermicompostaje	Temperatura 22-23°C	pH 6.83-9	Temperatura 25-26°C	pH 7.24	(Haynes y Zhou, 2016)
		Relación C/N 23.2- 40.9		Relación C/N 14-22	
Pilas móviles o hileras	Temperatura 25-27°C	pH 8.47- 9.8	Temperatura 28-30°C	pH 8.55- 9.09	(Motta et al, 2019)
		Relación C/N 27.8- 39.6		Relación C/N 15.95- 29.96	
Vermicompostaje	Temperatura 16-27°C	pH 7.5-8.3	Temperatura 15-25°C	pH 7.69	(Islam et al, 2018)
Pilas móviles o hileras	Temperatura 19.3-20.1°C	pH 6.5-7.6	Temperatura 16-27°C	pH 6.4-7.9	(Ripp et al, 2020)
		Relación C/N 25- 32.4		Relación C/N 11.7- 13.9	
Compostera	Temperatura 38°C	pH 8.77	Temperatura 35°C	pH 8.08	(Sun et al. 2019)

La humedad es un factor esencial ya que el metabolismo microbiano requiere un medio acuoso para obtener nutrientes y energía de las reacciones químicas. El contenido de humedad influye en el proceso en términos de la tasa de absorción de oxígeno, el espacio de aire libre y la temperatura. La humedad óptima para una

descomposición eficaz depende significativamente de la naturaleza de los desechos. Sin embargo, un contenido de humedad entre el 40 y el 60% durante la composición es crucial para la actividad microbiana señalan (Jalalipour et al. 2020), de la misma manera esta hipótesis coincide con la (Dadi et al. 2019) que indican que el contenido de agua óptimo para el compostaje varía con los residuos que se van a convertir en compostaje, pero en general la mezcla debe estar entre el 50 y el 60%.

Las hipótesis de (Jalalipour et al. 2020) afirman que la oxidación de las fuentes de carbono por actividades microbianas produce abundante energía en forma de calor durante el proceso de descomposición. La fluctuación de la temperatura se considera un indicador adecuado para un proceso de compostaje eficiente. Una temperatura superior a 45°C puede considerarse termófila y adecuada para matar microorganismos patógenos, esta misma hipótesis coincide con la de (Dadi et al. 2019) quienes afirman que la regulación de la temperatura es necesaria para un compostaje controlado, durante la etapa inicial, esta aumenta bruscamente y luego alcanza el nivel óptimo en la fase activa para finalmente regresar a la temperatura ambiente normal en la etapa final. Sin embargo, refuta su comentario ya que especifican que la temperatura de 52-60°C es la más adecuada para la descomposición y eliminación de patógenos.

(Dadi et al. 2019), afirman que la relación C / N es uno de los principales factores que afectan la calidad del compost, a medida que aumenta la duración del compostaje, la fracción de carbono orgánico disminuye, mientras que la concentración de nitrógeno total varía con el tiempo. Los valores de una relación C / N entre 15 y 35 se consideran los más adecuados para una descomposición rápida y efectiva, igualmente (Afonso et al. 2021) señalan que la relación C / N es un indicador importante de la estabilidad del compost. El contenido de N es el principal impulsor de la velocidad y el nivel de descomposición mientras que el C orgánico representa la fuente de energía para los microorganismos heterótrofos, además indica que un compost bien maduro debe presentar una relación C / N inferior a 20, y preferiblemente inferior a 12, y que los valores superiores a 25 indican mala madurez.

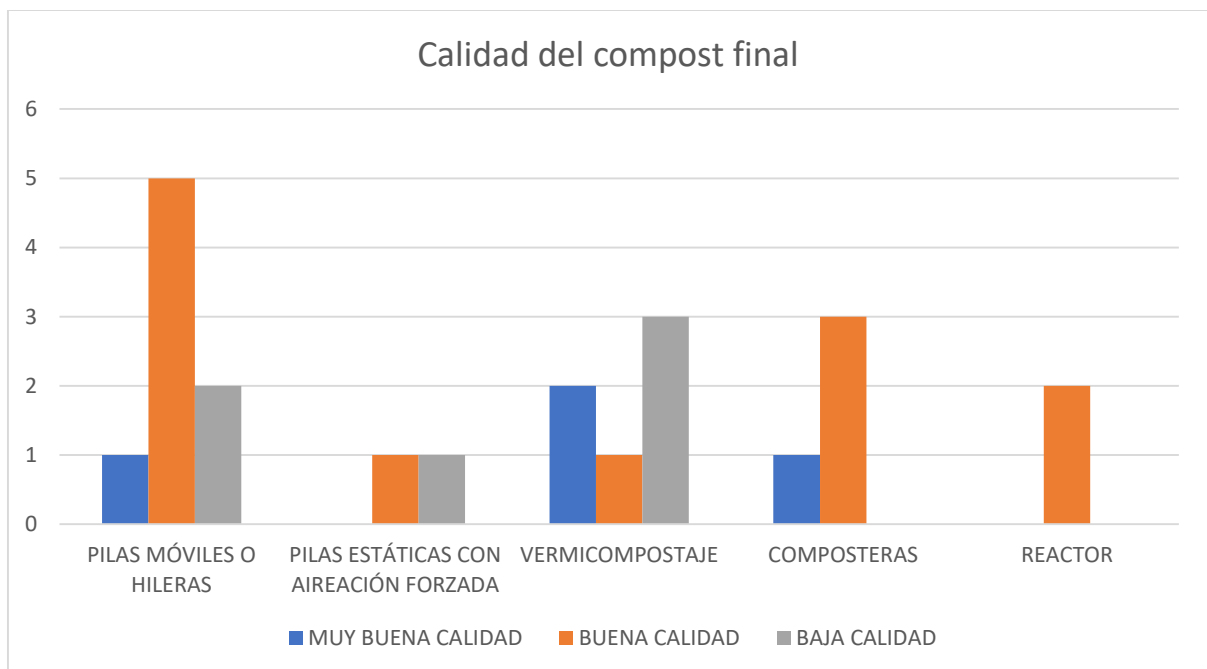
Respecto al pH (Dadi et al. 2019) establecen que este parámetro está controlado por los efectos combinados de la amonificación y la acumulación de ácidos orgánicos durante el proceso de compostaje. La disminución del pH de los materiales orgánicos en descomposición podría deberse a la producción de ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y el aumento del pH a la formación de amoníaco durante la descomposición, igualmente (Jalalipour et al. 2020) confirman que el valor de pH bajo puede resultar de la formación de ácidos grasos durante las primeras etapas del proceso de compostaje. Durante la fase mesofílica, la mineralización de compuestos nitrogenados aumenta el valor del pH a través de la formación de amoníaco (NH_3) y amonio (NH_4), además sugieren que el valor de pH óptimo para la actividad microbiana se encuentre en rangos neutrales de 6,5 a 7,5.

(Jalalipour et al. 2020) señalan que la conductividad eléctrica (CE) es un parámetro químico importante para los usuarios finales de los productos de compost debido a los efectos tóxicos que puede tener sobre el crecimiento de las plantas, generalmente se mide en el suelo y el compost para estimar la salinidad del medio de crecimiento. Cuando la CE es alta, aumenta la acumulación de sal en la zona de las raíces e inhibe la absorción de agua, así también indican que la degradación de los materiales orgánicos por las sales solubles liberadas por la actividad microbiana durante el proceso de compostaje aumenta en consecuencia el valor de la CE, del mismo modo (Dadi et al. 2019) establecen que el incremento de la CE podría deberse al ligero incremento de iones de potasio y otros iones durante el compostaje. Además, podría deberse a la liberación de sales inorgánicas (por ejemplo, fosfatos e iones de amonio) durante la descomposición y la tendencia a la disminución de la CE durante el compostaje podría deberse a la lixiviación de sales minerales.

Finalmente, se pudo determinar, según sus parámetros de calidad del compost final, las investigaciones arrojaron 04 artículos de muy buena calidad, 12 artículos de buena calidad y 06 artículos de baja calidad (Gráfico 03). Entre los cuales, el método de pilas móviles o hileras arroja 01 artículo de muy buena calidad, (Jara et al, 2017); 05 artículos de buena calidad, (Dadi et al, 2019), (Rizzo et al, 2015), (Jalalipour et al, 2020), (Motta et al, 2019), (Ripp et al, 2020); y 02 artículos de baja calidad, (Irfan et al, 2020) y (Oviedo et al, 2015). Por otro lado, el método de pilas

estáticas con aireación forzada arrojó 01 artículo de buena calidad: (Pane et al, 2015); y 01 artículo de baja calidad, (Liu et al, 2020). El método de vermicompostaje obtuvo 02 artículos de muy buena calidad: (Haynes y Zhou, 2016) y (Islam et al, 2018); 01 artículo de buena calidad (Schubert et al, 2019), y 03 artículos de baja calidad, (Bohórquez et al, 2020), (Nurhidayati, Ali y Murwani ,2017), y (Jjagwe et al, 2019). El método de composteras obtuvo 01 artículo de muy buena calidad: (Afonso et al, 2021); y 03 artículos de buena calidad: (Sánchez et al, 2017), (Storino et al, 2017) y (Sun et al. 2019). Finalmente el método de reactor obtuvo 02 artículos de buena calidad: (Prohmdetbun, Srisatit y Popradit, 2019), (Vázquez et al, 2020).

GRÁFICO N°03: CALIDAD DEL COMPOST FINAL



V. CONCLUSIONES

- Los métodos de compostaje más utilizados son vermicompostaje, composteras, pilas móviles o hileras, pilas estáticas con aireación forzada y reactores, los cuales van desde métodos caseros hasta procesos realizados en plantas industriales permitiendo el reciclaje de residuos orgánicos, cada uno con sus respectivas características, metodologías, periodos de tiempo, espacios empleados, costes de operación determinando la diferencia entre ellos, obteniendo como producto final compost, un excelente abono totalmente ecológico que proporciona nutrientes al suelo mejorando su estructura y fertilidad y a la agricultura.
- Entre los diferentes tipos de residuos orgánicos empleados en los métodos de compostaje destacan residuos domésticos, orgánicos agrícolas e industriales, estos tienen un fuerte impacto en el ambiente contaminando la atmósfera, suelo y agua debido a sus altos contenidos de materia orgánica y elementos minerales; es por ello que los diferentes métodos de compostaje son un tratamiento de estos, valorizándolos económicamente. Todos los residuos al ser agregados en el proceso de compostaje deben proporcionar un equilibrio entre el contenido de nutrientes, sobre todo en la relación C/N y esto se logra añadiendo tanto residuos secos o marrones que son ricos en carbono y húmedos o verdes ricos en nitrógeno, para que puedan aportar finalmente lo que el suelo necesita.
- Los parámetros físicos y químicos son los parámetros de control que determinan que el compost final es un producto estable, homogenizado e higienizado y apto para ser utilizado como abono natural. Entre las características físicas tenemos la temperatura que debe mantenerse entre 25-30 °C (temperatura ambiente), la humedad que debe variar en 30-40% y las químicas destaca el pH que debe ser entre un 6.5-7.5, la relación C/N que debería estar entre el rango 10-15.

VI. RECOMENDACIONES

- Practicar el reciclaje de residuos orgánicos, brindándoles una adecuada disposición final, aplicando cualquier método de compostaje mencionado en esta investigación, que en su mayoría se puede realizar a pequeña escala, contribuyendo de esta manera a la disminución de la contaminación generados por la emisión de gases que emanan estos residuos sin ningún tratamiento.
- Es recomendable que después de conocer el grado de importancia de reutilizar los residuos orgánicos para proveer elementos nutritivos a la producción agrícola, se realicen más evaluaciones e investigaciones en nuestro país. De igual manera se desarrollen normativas para una adecuada segregación de residuos, elaboración de procesos de compostaje de los diferentes métodos y evitar que la mayoría de ellos sean dispuestos a un relleno sanitario o botadero, ya que -como se ha visto anteriormente en el gráfico de los países donde fueron realizadas las investigaciones- ninguna evaluación experimental ha sido elaborada hasta hoy en Perú.
- Llevar un buen control en los parámetros físicos y químicos desde la etapa inicial hasta su etapa de maduración, debido a que en la fase termófila donde se alcanzan las temperaturas más altas pueda haber algunas variantes y se necesita la regulación de algunos parámetros como aireación o humedad para que el proceso pueda resultar favorable y obtener un compost de muy buena calidad para ser utilizado como abono orgánico, favoreciendo las propiedades del suelo y el crecimiento de los cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABU YAZID, N., et al., Solid-State Fermentation as a Novel Paradigm for Organic Waste Valorization: A Review. *Journal Sustainability*, 2017, vol. 9, no. 2, pp. 2-28. ISSN 2071-1050. DOI <https://doi.org/10.3390/su9020224>.
2. AFONSO, S et al., Recycling nutrient-rich hop leaves by composting with wheat straw and farmyard manure in suitable mixtures. *Journal of Environmental Management*, 2021, vol. 284, no. 112105, pp. 1-8. ISSN 0301-4797. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112105>.
3. AHMADI, T et al., A prototype reactor to compost agricultural wastes of Fusagasuga Municipality. Colombia. *Journal Agronomy research*, 2020, vol. 18, no. 2, pp. 314-323. ISSN 1406-894X. DOI <https://doi.org/10.15159/AR.20.083>.
4. ASCANIO YUPANQUI, F.,. *Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo segun las recomendaciones de la Agenda 21*. Tesis doctoral inédita, Universidad nacional del centro del Perú. 2017. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4130/Ascanio%20Yupanqui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. ASLANZADEH, S., KHO, K. y SITEPU, I., An evaluation of the effect of Takakura and effective microorganisms (EM) as bio activators on the final compost quality. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 742, pp. 1-9. ISSN 1757-899X. DOI 10.1088/1757-899X/742/1/012017.
6. AYILARA, M et al., Waste management through composting: Challenges and potentials. *Journal Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 11, pp. 1-23. ISSN 2071-1050 DOI <https://doi.org/10.3390/su12114456>.
7. AZURDUY, S., AZERO, M. y ORTUÑO, N., Evaluation of Natural Activators Accelerating Process of Organic Waste Composting in the Municipality of Quillacollo. *Journal Act Nova*, 2016, vol. 7, no. 4, pp. 1-20. ISSN 1683-0768.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892016000200002&script=sci_abstract

8. BAIMYRZAEVA, M., *Beginners' Guide for Applied Research Process: What Is It, and Why and How to Do It?* *Central Asian university: Institute of public policies and administration*. pp. 1-43. 2018,. Disponible en <https://www.ucentralasia.org/Content/Downloads/UCA-IPPA-OP4-Beginners%20Guide%20for%20Applied%20Research%20Process-Eng.pdf>
9. BALLESTEROS TRUJILLO, M et al., Microbial growth in compost piles of organic waste and biosolids after the aeration process. *Journal sugar center*, 2018, vol. 45, pp. 1-10. ISSN 2223-4861. Disponible en: <http://centroazucar.uclv.edu.cu>
10. BANERJEE, Priyabrata et al. Solid Waste Management in India: A Brief Review. *Journal waste management and resource efficiency*, 2019. pp. 1027-1049. ISSN 978-981-10-7290-1. DOI https://doi.org/10.1007/978-981-10-7290-1_86.
11. BARBARO, L et al., Characterization of different compost for use as component of substrates. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 2019, vol. 35, no. 2, pp. 126-136. ISSN 0719-3890. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>.
12. BELLITÜRK, K., Vermicomposting in Turkey: Challenges and opportunities in future. *Eurasian Journal of Forest Science*, 2018, vol. 6, no. 4, pp. 32-41. ISSN 2147-7493. DOI 10.31195/ejefs.476504.
13. BIACCHI VIONE, E.L et al., Chemical characterization of compounds and vermicompost produced with rice hulls and animal manure. *Journal Ceres Viçosa*, 2018, vol. 65, no. 2, pp. 65-73. ISSN 2177-3491. DOI 10.1590/0034-737X201865010009.
14. BOHÓRQUEZ SANDOVAL, Lady et al., Vermicomposting: a transformation alternative for rumen content generated in slaughterhouses. *Journal national*

faculty of agronomy magazine Medellín, 2020, vol. 73, no. 2, pp. 9201-9212. ISSN 2248-7026. DOI <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n2.80104>.

15. BOHÓRQUEZ SANTANA, W., *El proceso de compostaje. Colección del agro* 1era edición. Bogotá: Ediciones Unisalle 2019. ISBN 978-958-5486-67-6. <https://doi.org/10.19052/978-958-5486-67-6>
16. CAMPOS RODRÍGUEZ, R., BRENES PERALTA, L. y JIMENEZ MORALES, M.,. Technical evaluation of two methods for composting of organic wastes to be used in domestic vegetables gardens. *Technology underway, research and extension meeting*, 2016, vol. 29, no. 5, pp. 25-32. ISSN 0379-3982. DOI 10.18845/tm.v29i8.2982.
17. CANTERO FLORES, A et al., Compost made with green waste as an urban soil improver. *Journal agricultural engineering and biosystems*, 2020. vol. 8, no. 2, pp. 72-83. ISSN 20074026. DOI <http://dx.doi.org/10.5154/r.inagbi.2016.10.003>.
18. CARNICER, Sebastian et al. Proceso de compostaje para valorizar residuos orgánicos en la agricultura familiar. *La extensión y la comunidad: Desarrollo territorial hacia la transformación social*, pp. 105-109. 2018. Disponible en: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/con/article/download/3933/3561>
19. CASTILLO GUERRA, D.A., VITERI FLÓREZ, P.A. y ROSERO VITERI, S.E., Development and evaluation of an inoculum of cellulolytic fungi. *Journal news and scientific dissemination*, 2015, vol. 18, no. 1, pp. 217-226. ISSN 0123-4226. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262015000100025&script=sci_abstract&tlng=pt
20. ÇELIKLER, Dileck y HARMAN, Gonca., The Effect of the SCAMPER Technique in Raising Awareness Regarding the Collection and Utilization of Solid Waste. *Journal of Education and Practice*, 2015. vol. 6, no. 10, pp. 149-159. ISSN 2222-1735. Disponible en <http://iiste.org/Journals/index.php/JEP>

21. CHEN, X.H. y DAVISON, R., Social support, source credibility, social influence, and impulsive purchase behavior in social commerce. *International Journal of electronic commerce*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 297-327. ISSN 1557-9301. DOI <https://doi.org/10.1080/10864415.2019.1619905>.
22. CZIKKELY, M., TÓTH, Z. y FOGARASSY, C., Alternative utilization options in multi-function composting techniques. *Journal Hungarian agricultural engineering*, 2018, no. 33, pp. 11-16. ISSN 2415-9751 DOI 10.17676/HAE.2018.33.11.
23. DA COSTA FERREIRA, D.A et al, Effect of organic residue compost made from household waste, plant residues and manure on the growth of lettuce. *Journal horticultural science*, 2018, vol. 12, no. 2, pp. 464-474. ISSN 2011-2173. DOI <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7902>.
24. DADI, D et al., Composting and co-composting of coffee husk and pulp with source-separated municipal solid waste: a breakthrough in valorization of coffee waste. *International journal of recycling of organic waste in agriculture*, 2019, vol. 8, no. 3, pp. 263-277. ISSN 21953228. DOI <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0256-8>.
25. DAUDA DUNG, M, MANKILIK, M. y EBELE OZOJI, B.,. Assessment of College Students' Knowledge and Attitudes Toward Solid Waste Management in North Central Zone of Nigeria. *Journal Science Education International*, 2017. vol. 28, no. 2, pp. 141-146. ISSN 1450-104X. Disponible en <https://eric.ed.gov/?q=Solid+waste+&id=EJ1155930>
26. FIDIAS, A., Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. *Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 64-83. ISSN 2443-4426. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/320130761_Efectividad_y_eficiencia_de_la_investigacion_tecnologica_en_la_universidad

27. FIGUEROA FIGUEROA, A., *Estimación del valor económico del proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos en el distrito de Independencia, Huaraz, Ancash ANCASH, Perú*. Tesis de pregrado inédita. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 2017. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2108?show=full>
28. GALSIM, F et al ., Comparative effects of composted organic waste and inorganic fertilizer on nitrate leachate from the farm soils of northern Guam. *Journal International Soil and Water Conservation Research*, 2020, vol. 30, no. 40, pp. 1-16. ISSN 2095-6339. DOI <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.09.003>.
29. GÓMEZ SOTO, J., SANCHEZ TORO, O. y MATA LLANA PEREZ, L. Residuos urbanos, agrícolas y pecuarios en el contexto de las biorrefinerías. *Revista Facultad de Ingeniería*, 2019. vol. 28, no. 53, pp. 7-32. ISSN 0121-1129. DOI: <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n53.2019.9705>
30. GRAÇA, Jessica et al. Bacterium consortium drives compost stability and degradation of organic contaminants in in-vessel composting process of the mechanically separated organic fraction of municipal solid waste (MS-OFMSW). *Journal Bioresource Technology Reports*, 2021, vol. 13, pp. 1-10. ISSN 2589-014X. DOI <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100621>
31. GUIZADO GONZALES , M., *Eficiencia de la gallinaza en la elaboración de compost mediante pilas dinámicas, a partir de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión*. Memoria de licenciatura inédita. Universidad Peruana Unión. 2018. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1592>
32. HANDAJANINGSIH, M. y MUNAWAR, A., Soil quality improvement using compost and its effects on organic corn production. *Journal of tropical soils*, 2016, vol. 20, no. 2, pp. 11-19. ISSN 0852-257X,. DOI 10.5400/jts.2015.20.1.11.
33. HARADHAN, M., Two criteria for good measurements in research: validity and reliability. *Journal Annals of Spiru Haret University. Economic Series*, 2017,

vol. 17, no. 3, pp. 58-82. ISSN 2393-1795. DOI
<https://doi.org/10.26458/1746>.

34. HAYNES, R. y ZHOU, Y., Comparison of the chemical, physical and microbial properties of composts produced by conventional composting or vermicomposting using the same feedstocks. *Journal environmental science and pollution research international*, 2016, vol. 23, no. 11, pp. 10763–10772. ISSN 2688-8641. DOI 10.1007/s11356-016-6197-0.
35. HERNANDEZ BERRIEL, M et al., Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2016. vol. 32, pp. 11-22. ISSN 0188-4999. DOI: 10.20937/RICA.2016.32.05.02
36. HERNÁNDEZ FLECHAS, S. y CORREDOR GONZALES, L., Reflections on the economic and environmental importance of global waste management in the XXI century. *Journal of Technology*, 2016, vol. 15, pp. 57-76. ISSN 1692-1399. DOI <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041529>
37. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P, *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Mc graw hill education. 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en <http://crecedu.pe/wp-content/uploads/2019/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n.pdf>
38. HOCHSTRASSER CASTILLO, N et al. Retorno social de la inversión para gestionar los residuos sólidos urbanos de Metepec, México. *Revista Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 2020. vol. 8, no. 22, pp. 1-20. ISSN 2007-8064, DOI <http://dx.doi.org/10.22201/enesl.20079064e.2020.22.75478>.
39. IRFAN, M et al.,. An assessment of chemical and microbiological properties of different types of poultry waste compost prepared by bin and windrow composting system. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2020, vol. 22, no. 4,

pp. 1-10. ISSN 1806- 9061. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1278>.

40. ISLAM, A et al., Recycling of organic wastes through the vermicomposting process of cow dung and crop residues. *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 2018, vol. 42, no. 1, pp. 1-9. ISSN 2224-7270. DOI 10.3329/jbas.v42i1.37828.
41. JAIN, M., DAGA, M. y KALAMDHAD, A.,. Variation in the key indicators during composting of municipal solid organic wastes. *Journal Sustainable Environment Research*, 2019, vol. 29, no. 9, pp. 1-8. ISSN 2468-2039. DOI <https://doi.org/10.1186/s42834-019-0012-9>.
42. JALALIPOUR, H et al., Potential of producing compost from source-separated municipal organic waste (A case study in Shiraz, Iran). *Journal Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 22, pp. 1-17. ISSN 2071-1050. DOI <https://doi.org/10.3390/su12229704>.
43. JARA SAMANIEGO, J et al., Development of organic fertilizers from food market waste and urban gardening by composting in Ecuador. *Journal Plos one*. 2017, vol. 12, no. 7, pp. 1-17. ISSN 1932-6203. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181621>.
44. JIMÉNEZ ANTILLÓN, J., CALLEJA AMADOR, C. y ROMERO ESQUIVEL, L., Food Waste Recovery with Takakura Portable Compost Boxes in Offices and Working Places. *Journal Resources*, 2018, vol. 7, no. 84, pp. 1-13. ISSN 2079-9276. DOI <https://doi.org/10.3390/resources7040084>.
45. JJAGWE, J et al., Assessment of a cattle manure vermicomposting system using material flow analysis: A case study from Uganda. *Journal Sustainability*, 2019, vol. 11, no. 19, pp. 1-17. ISSN 2071-1050. DOI: 10.3390/su11195173.
46. KHAIRIL, M et al., Influence of legal literacy and communication in the enforcement of environmental laws. *Journal International Information*

Institute, 2017.vol. 20, no. 10 (A), pp. 7199-7208. ISSN 1344-8994.
Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/324746063>

47. KHATER, S., Some physical and chemical properties of compost. *International journal of waste resources*, 2015, vol. 5, no. 1, pp. 1-5. ISSN 2252-5211. DOI <http://dx.doi.org/10.4172/2252-5211.1000172>.
48. KORSTJENS, I. y MOSER, A., Series: Practical guidance to qualitative research. Part 4: trustworthiness and publishing. *European journal of general practice*, 2018, vol. 24, no. 1, pp. 120-124. ISSN 1751-1402. DOI 10.1080/13814788.2017.1375092.
49. KRUTH, J., Five qualitative research approaches and their applications in parapsychology. *Journal of Parapsychology*, 2015, vol. 79, no. 2, pp. 219-233. ISSN 0022-3387. Disponible en <https://www.rhine.org/images/jp/JPv79n2.pdf>
50. LEOW, Chee et al., A Review on Application of Microorganisms for Organic Waste Management. *Journal Chemical engineering transactions*, 2018, vol. 63, pp. 85-90. ISSN 2283-9216. DOI <https://doi.org/10.3303/CET1863015>.
51. LEYVA SALINAS, J., *Métodos de compostaje de residuos solidos domiciliarios y su efecto en la obtención de abonos orgánicos ecológicos en el centro poblado Cruz del Sur - Distrito de San Juan - Loreto*. Tesis de pregrado inédita. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 2014. Disponible en <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3395>
52. LIM, Li et al., Review on the Current Composting Practices and the Potential of Improvement using Two-Stage Composting. *Journal chemical engineering transactions*, 2017, vol. 61, pp. 1051-1056. ISSN 2283-9216 DOI 10.3303/CET1761173.
53. LIU, Z et al., The progress of composting technologies from static heap to intelligent reactor: Benefits and limitations. *Journal of cleaner production*,

2020, vol. 270, no. 122328, pp. 1-10. ISSN 0959-6526. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122328>.

54. MACHUCA PEREZ, L y MUÑOZ PERDOMO, A., *Evaluación de dos métodos de compostaje como alternativa de manejo de equinaza, sobre la producción de biomasa Brachiaria humidicola en campo ecológico gramalote*. Tesis de pregrado inédita. Universidad Santo Tomás. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/11634/13768>
55. MELENDREZ MORETO, N, y SANCHEZ DELGADO, J., *Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi*. Tesis de pregrado inédita. Universidad Peruana Unión, 2019. Disponible en <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1777>
56. MICHALAK, I., WILK, R. y CHOJNACKA, K., Bioconversion of Baltic Seaweeds into Organic Compost. *Journal Waste Biomass Valor*, 2017, vol. 8, pp. 1885-1895. ISSN 1877-2641. DOI 10.1007/s12649-016-9738-3.
57. MOTTA TRATSCH, M.V et al., Composition and mineralization of organic compost derived from composting of fruit and vegetable waste. *Journal Ceres, Viçosa*, 2019, vol. 66, no. 4, pp. 307-315. ISSN 2177-3491. DOI <https://doi.org/10.1590/0034-737x201966040009>.
58. MUÑOZ, J., DORADO, J. y PÉREZ, E., Sistema de compostaje y lombricompostaje aplicado en residuos orgánicos de una galería municipal. *Journal Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, 2015, vol. 45, no. 2, pp. 72-83. ISSN 2665-6558. DOI <https://doi.org/10.47864>.
59. NADA, W., Stability and maturity of maize stalks compost as affected by aeration rate, C/N ratio and moisture content. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2015, vol. 15, no. 3, pp. 751-764. ISSN 0718-9516. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000051>.
60. NEWMAN, D. y JAIN, S., Global food waste management: An implementation guide for cities. *Food, water and waste programme*. 2018. Disponible en

[https://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2018/05/Global Food -Waste-Management-Full-report-pdf.pdf](https://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2018/05/Global-Food-Waste-Management-Full-report-pdf.pdf)

61. NIÑO GARAY, D., *Estandarización de la producción de bocashi y compost como fertilizante para aplicar a las huertas caseras de pequeños agricultores de Facatativa-Cundinamarca*. Tesis de pregrado inédita. Universidad de Cundinamarca, 2018. Disponible en www.ucundinamarca.edu.com
62. NURHIDAYATI, ALI, U. y MURWANI, I., Chemical composition of vermicompost made from organic wastes through the vermicomposting and composting with the addition of fish meal and egg shells flour. *The journal of pure and applied chemistry research*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 127-136. ISSN 2541 – 0733. DOI 10.21776/ub.jpacr.2017.006.02.309.
63. NUZIR, F., HAYASH, S. y TAKAKURA, K., Takakura Composting Method (TCM) as an Appropriate Environmental Technology for Urban Waste Management. *Editor de International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology (BUILT)*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 67-82. ISSN 2258-9194. Disponible en <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/BUILT/article/view/183252>
64. OVIEDO OCAÑA, R et al., Effect of adding bulking materials over the composting process of municipal solid biowastes. *Chilean journal of agricultural research*, 2015, vol. 75, no. 4, pp. 472-480. ISSN 0718-5839. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392015000500013>.
65. PALANIVELLOO, K et al., Food Waste Composting and Microbial Community Structure Profiling. *Journal Processes*, 2020, vol. 8, no. 723, pp. 1-30. ISSN 2227-9717. DOI :10.3390/pr8060723.
66. PANE, C et al., Effects of on-farm composted tomato residues on soil biological activity and yields in a tomato cropping system. *Journal Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2015, vol. 2, no. 4, pp. 1-13. ISSN 2196-5641. DOI 10.1186/s40538-014-0026-9.

67. PATERLINI, H., GONZALES, M. y PICONE, L., Comparación de técnicas para compostar cama de pollo. *Revista Ciencia del suelo*, 2017, vol. 35, no. 2, pp. 385-394. ISSN 1850-2067. Disponible en <http://www.suelos.org.ar/publicaciones/v35n2-html/vol35-n2-html/v35n2a17.htm>
68. PEDRAZA PACHÓN, S. y HERNÁNDEZ SANABRIA, L., Time's Reduction to Obtain Organic Fertilizer by Vermicomposting as a Method of Stabilizing a Waste in the Composting Process. *Journal engineering research*, 2019, vol. 16, no. 1, pp. 52-63. ISSN 1794-4953. DOI <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.5439>.
69. PEREIRA BLASIUS, Jandir et al. Effects of temperature, proportion and organic loading rate on the performance of anaerobic digestion of food waste. *Journal Biotechnology reports*. 2020, vol. 27, pp. 1-9. ISSN 2215-017X, DOI <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00503>
70. PÉREZ IGLESIAS, H., RODRÍGUEZ DELGADO, I. y ARZOLA PINA, C. *Aprovechamiento Sostenible de los Residuos de Origen Orgánico y la Zeolita en la Agricultura*. 1era edición. Machala: UTMACH 2016. ISBN: 978-9942-24-012-5. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6844>
71. PROHMDETUN, I., SRISATIT, T. y POPRADIT, A., Fed Intermittent Composting of Food Waste from Minor Touring City, Using Reactors with Different Passive Ventilation. *Journal of environmental management and tourism*, 2019, vol. 10, no. 7, pp. 1522-1531. ISSN 2068-7729. DOI [http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v10.7\(39\).10](http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v10.7(39).10).
72. RAFAEL AVILA, M., *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo*. Tesis de pregrado inédita. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2015. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3511>

73. RAMNARAIN, Y., ANSARI, A. y ORI, L., Vermicomposting of different organic materials using the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2019. vol. 8, pp. 23-36. ISSN 2195-3228. DOI <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0225-7>.
74. RASTOGI, M., NANDAL, M. y KHOSLA, B., Microbes as vital additives for solid waste composting. *Journal Heliyon*, 2020, vol. 6, no. 2, pp. 1-11. ISSN 3209-5647. DOI <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03343>.
75. RIPP, P et al., Composting process in the production of lettuce seedling substrates: Effect of covering and turning frequency. *Journal Engenharia Agrícola*, 2020, vol. 40, no. 5, pp. 562-570. ISSN 1809-4430. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n5p562-570/2020>.
76. RIZZO, P et al., Co-composting of poultry manure with other agricultural wastes: process performance and compost horticultural use. *Journal J Mater Cycles Waste Manag*, 2015, vol. 17, no. 1, pp. 42-50. ISSN 1438-4957 DOI 10.1007/s10163-013-0221-y.
77. ROJAS VARGAS, J., MONGE FERNÁNDEZ, Y. y HERRERA ARAYA, A., Management and use of organic solid waste at Universidad Nacional. *Journal Uniscience*, 2020, vol. 34, no. 1, pp. 60-73. ISSN 2215-3470. DOI <http://dx.doi.org/10.15359/ru.34-1.4>.
78. ROMAN, P., MARTÍNEZ, M. y PANTOJA, A., *Farmer's compost handbook: Experiences in Latin America*. Santiago, Chile: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. ISBN 978-92-5-107845-7. Disponible en <http://www.fao.org/publications/card/en/c/l3388E/>
79. SALAS LÓPEZ, R., GOÑAS PINEDO, H. y SANCHEZ SORUE, E., Factores que influyen en el manejo de los residuos sólidos municipales, Pomacochas, Amazonas. *Revista de investigación agroproducción sustentable*, 2018. vol. 2, no. 1, pp. 36-41. ISSN 2520-9760. DOI: 10.25127/aps.20181.382.


80. SALAZAR ACUÑA, E., Evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios del cantón de Belén. *Revista Cuaderno de investigacion UNED*. 2016, vol. 8, no 2, pp. 241-247. ISSN 1659-4266. DOI <https://doi.org/10.22458/urj.v8i2.1567>
81. SÁNCHEZ ROSALES, R et al., Comparison of three systems of decomposition of agricultural residues for the production of organic fertilizers. *Chilean journal of agricultural research*, 2017, vol. 77, no. 3, pp. 287-292. ISSN 0718-5839. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000300287>.
82. SAYARA, T et al., Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. *Journal agronomy*, 2020. vol. 10, no. 11, pp. 1-23. ISSN 2073-4395. DOI 10.3390 / agronomía10111838.
83. SCHUBERT, R et al., Edaphic macrofauna in degradation of animal and vegetable residues. *Brazilian journal of biology*, 2019, vol. 79, no. 4, pp. 589-593. ISSN 1678-4375. DOI <https://doi.org/10.1590/1519-6984.184765>.
84. SCOTTI, R et al ., Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2015, vol. 15, no. 2, pp. 333-352. ISSN 0718-9516. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000031>.
85. SOTO HERRANZ, M et al., Estudio de un proceso de compostaje de estiércol de conejo mediante técnicas espectroscópicas y análisis de ácidos húmicos y fúlvicos. *X Congreso Ibérico de agroingeniería*. 2019, vol. 44, pp. 1-9. DOI : 10.26754/c_agroing.2019.com.3430.
86. SOUZA, H et al., Physical and microbiological characteristics process of composting waste from animals. *Journal Arquivo Brasileiro de medicina veterinária e zootecnia*, 2019, vol. 71, no. 1, pp. 291-302. ISSN 1678-4162 DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9735>.

87. SOVACOOOL, B., AXSEN, J. y SORRELL, S., Promoting novelty, rigor, and style in energy social science: Towards codes of practice for appropriate methods and research design. *Journal Energy research & social science*, 2018, vol. 45, pp. 12-42. ISSN 2214-6296. DOI <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.007>.
88. STORINO, F et al., Effect of Feeding Regime on Composting in Bins. *Journal compost science and utilization*, 2017, vol. 25, no. 2, pp. 71-81. ISSN 1065-657X. DOI <http://dx.doi.org/10.1080/1065657X.2016.1202794>.
89. SUN, Y et al., Correlation between ammonia-oxidizing microorganisms and environmental factors during cattle manure composting. *Argentine journal of microbiology*, 2019, vol. 51, no. 4, pp. 371-380. ISSN 0325-7541 DOI <https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.12.002>.
90. TRUJILLO, Enmer et al., Producción y caracterización química de biochar a partir de residuos orgánicos avícolas. *Revista de la sociedad química del Perú*, 2019, vol. 85, no. 4, pp. 489-504. ISSN 1810-634X. DOI <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v85i4.262>.
91. ULIN, P., ROBINSON, E. y TOLLEY, E., *Qualitative methods in public health: A field guide for applied research*. 1era Edición. S.l.: Jossey Bass. 2016. ISBN 0-7879-7634-2. Disponible en http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/Asadeghi/kar_dar_khane/Qualitative_Methods_in_Public_Health_-_A_Field_Guide_for_Applied_Research_.pdf
92. VALDERRAMA, Christian., Analysis of the Recycling Sector in Intermediate Cities. Study Case – Neiva, Colombia. *Revista Ingeniería y competitividad*. 2020, vol. 22, no. 2, pp. 1-10, ISSN 2027-8284 . DOI: 10.25100/iyc.v22i2.6252
93. VAN DE KRUK, D.C., Een onderzoek naar de invloed van het ontwikkelen van een professionele identiteit op het welzijn van coassistenten. *Publiek management*. pp. 1-46. 2018. Disponible en <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/373197>

94. VÁZQUEZ, M et al., Development of technologies for local composting of food waste from universities. *International journal of environmental research and public health*, 2020, vol. 17, no. 9, pp. 1-20. ISSN 3236-9908. DOI 10.3390/ijerph17093153.
95. VELAZCO VELAZCO, J. y TRINIDAD SANTOS, A., Importance of organic matter in the soil. *Journal Agroproductivity*, 2016, vol. 9, no. 8, pp. 52-58. ISSN 2594 0252. Disponible en <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802>
96. WALLING, E., TRÉMIER, A. y VANEECKHAUTE, C., A review of mathematical models for composting. *Journal Waste Manage*, 2020, vol. 113, pp. 379-394. ISSN 3258--0105. DOI :10.1016/j.wasman.2020.06.018.
97. ZEGARRA CHOQUE, J., Mejora de los ingresos economicos de los recicladores formales del distrito de Independencia. *Revista de Ingeniería de la USIL.Saber y hacer*. 2015, vol. 2, no. 2, pp. 62-72. ISSN 2311-7613. Disponible en <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/download/128/216>

ANEXOS

FICHAS DE ANÁLISIS DE CONTENIDO

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	1	
TÍTULO: Composting and co-composting of coffee husk and pulp with source-separated municipal solid waste: a breakthrough in valorization of coffee waste			
AUTOR(ES): Dadi et al	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019		
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	PARTICIPANTES: PROQUEST		
DOI:	https://doi.org/10.1007/s40093-019-0256-8		
MÉTODO DE COMPOSTAJE:	Pilas móviles o hileras		
TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:	Residuos agroindustriales: Cáscara y pulpa de café, residuos domésticos: Cáscaras de frutas y verduras, residuos agrícolas: Hojas de plátano falso o plátano etíope. Residuos industriales: Madera blanda seca.		
PERIODO:	Tres meses		
NUTRIENTES:	C 18-35%	N 1.1-1.9%	
	P 0.002-0.003%	K 0.069-1.1%	
PARÁMETROS FÍSICOS:	Temperatura 18-28°C		
PARÁMETROS QUÍMICOS:	pH 8.5-9.6	CE 1.8-5 mS/cm	Relación C/N 13-24



TÍTULO: Co-composting of poultry manure with other agricultural wastes: process performance and compost horticultural use

AUTOR(ES): Rizzo et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2015

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

10.1007/s10163-013-0221-y

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Estiércol de gallina, mazorcas de maíz.

Residuos industriales: Aserrín y virutas.

PERIODO:

83 días

NUTRIENTES:

Carbono orgánico: 20-38%

Na
2013-3392 mg/L

Ca
817-981 mg/L

Mg
241-348 mg/L

K
6563-8700 mg/L

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 12-20°C

Humedad 53-56%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 7.8-8.2

Relación C/N
12.8-15.1

CE 1.5-3.5
mS/cm

**TÍTULO:** Edaphic macrofauna in degradation of animal and vegetable residues.**AUTOR(ES):** Schubert et al**AÑO DE PUBLICACIÓN:** 2019**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Experimental**PARTICIPANTES:** PROQUEST**DOI:** <https://doi.org/10.1590/1519-6984.184765>**MÉTODO DE COMPOSTAJE:** Vermicompostaje**TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:**

Residuos agrícolas: Estiércol de bovino, estiércol de equino, estiércol de oveja, residuo de hierba jaquemate; residuo de arrastre de café.

PERIODO: Tres meses**NUTRIENTES:**

N 1.66-3.23 %	P 0.06-0.99 %	K 0.45-2.31 %
Ca 3.09-22.81 g/kg	Mg 2.18-8.65 g/kg	C 193.61- 441.69 g/kg

PARÁMETROS FÍSICOS:

Humedad 24-34%

Densidad 0.480-
0.628 g/cm³**PARÁMETROS QUÍMICOS:**

pH 4.95-7.88

Relación C/N 9/1-
24/1



TÍTULO: Recycling nutrient-rich hop leaves by composting with wheat straw and farmyard manure in suitable mixtures

AUTOR(ES): Afonso et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIENCE DIRECT

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112105>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Composteras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Hojas de lúpulo, estiércol de vaca, paja de trigo y ceniza.

PERIODO:

Nueve meses

NUTRIENTES:

N 1.68- 2.92 %	P 0.18- 0.45 %	K 0.18- 0.45 %	Ca 7.9- 16.5 g/kg	Mg 3-18.3 g/kg
Fe 330- 13776 mg/kg	Mn 229.3- 544.9 mg/kg	Cu 7.5-52 mg/kg	Zn 23.3- 104.5 mg/kg	B 31.2- 82.3 mg/kg

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 15-20 °C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

Relación C/N 11-28



TÍTULO: Development of organic fertilizers from food market waste and urban gardening by composting in Ecuador

AUTOR(ES): Jara et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PUBMED

DOI:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181621>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos de comercio: Cebolla, brócoli, espinaca, repollo, lechuga, ajo, apio, maíz, frijol, manzana, fresa, naranja, plátano, piña, mango, sandía, limón, uva, ciruela, lima.

Residuos de jardín: Poda de árboles (hojas y ramas jóvenes de árboles ornamentales y arbustos secos) poda de palma (palmeras ornamentales).

PERIODO:

Seis meses

NUTRIENTES:

N 1.79-
2.22%

P 0.47-
0.78%

K 1.36-
2.03%

Fe
2850-
13850
mg/kg

Cu
23-95
mg/kg

Mn
83-348
mg/kg

Zn 54-
230
mg/kg

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 20-23°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 7.43-8.85

CE 1.42-2.02
mS/cm

CIC 137-155
meq/100g



TÍTULO: Effects of on-farm composted tomato residues on soil biological activity and yields in a tomato cropping system

AUTOR(ES): Pane et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2015

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

10.1186/s40538-014-0026-9

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pila estática con aireación forzada

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Planta de tomate, de escarola y abono maduro de vaca.

Residuos industriales: Astillas de madera.

PERIODO:

Noventa días

NUTRIENTES:

N 1.23-1.52 %	P 0.020- 0.048%	K 1.21-1.99%
Ca 3.87-5.32%	Mg 1.02-1.25%	Na 0.15-0.22%
Mn 0.26-0.41 g/kg	Cu 0.04-0.05 g/kg	Zn 0.05-0.01 g/kg

PARÁMETROS FÍSICOS:

Humedad <50%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 8.12-8.4

CE 2.69-8.92 mS/cm



TÍTULO: Potential of producing compost from source-separated municipal organic waste
(A case study in Shiraz, Iran)

AUTOR(ES): Jalalipour et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

doi:10.3390/su12229704

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos de comercio: Frutas y verduras.
Residuos de jardín: Hojas secas y recortes.

PERIODO:

Diez semanas

NUTRIENTES:

N 13%	K 14%	P 0.5%
----------	----------	-----------

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 30°C	Humedad 35%
------------------	-------------

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 8.4	CE 3.36 dS/m	Relación C/N 16
--------	-----------------	--------------------



TÍTULO: The progress of composting technologies from static heap to intelligent reactor: Benefits and limitations

AUTOR(ES): Liu et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIENCEDIRECT

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122328>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pila estática con aireación forzada

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuo agrícola: Estiércol de cerdo, cáscara de arroz.
Residuo industrial: Aserrín.

PERIODO:

Catorce días

NUTRIENTES:

MOT 61.87-65.35%	N 1.723-1.757%
P 6.34-7.22%	K 1.57-1.63%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 65°C	Humedad 35.22-47.9%
------------------	---------------------

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 7.45-7.97



TÍTULO: Vermicomposting: a transformation alternative for rumen content generated in slaughterhouses

AUTOR(ES): Bohórquez et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIELO

DOI:	https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n2.80104		
MÉTODO DE COMPOSTAJE:	Vermicompostaje		
TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:	Residuo industrial: De matadero (rumen).		
PERIODO:	120 días		
NUTRIENTES:	N 1.88-2.22%	P 1.44-1.59%	Ca 1.074-1.147%
	Mg 0.169- 0.2074%	K 0.4438- 0.5684%	Na 0.504-0.66%
PARÁMETROS FÍSICOS:	Humedad 71.6-74%	Densidad 0.22-0.29 g/cm ³	
PARÁMETROS QUÍMICOS:	pH 6.23-6.52	CE 0.33-0.34 dS/m	Relación C/N 12.5-15



TÍTULO: Assessment of a cattle manure vermicomposting system using material flow analysis: A case study from Uganda

AUTOR(ES): Jjagwe et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

doi:10.3390/su11195173

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Vermicompostaje

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuo agrícola: Estiércol de ganado.

PERIODO:

Tres meses

NUTRIENTES:

C
19.87-20.65%

N
2.07-2.19%

P
1.05-1.11%

K
1.48-1.84%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Humedad 55%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 6.32-6.54

Relación C/N 9.17-
9.87



TÍTULO: Comparison of three systems of decomposition of agricultural residues for the production of organic fertilizers

AUTOR(ES): Sánchez et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIELO

DOI:

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000300287>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Composteras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuo agrícola: Estiércol de bovino.
Residuo industrial: Aserrín.

PERIODO:

183 días

NUTRIENTES:

N
1.72 %

C
19.1%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 25°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 9.58

Relación C/N
11.17

CE 1.9 dS/m

TÍTULO: Effect of adding bulking materials over the composting process of municipal solid biowastes

AUTOR(ES): Oviedo et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2015

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIELO

DOI:

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392015000500013>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos domésticos: Cáscaras de frutas y verduras.

Residuo agrícola: Bagazo de caña de azúcar.

PERIODO:

120 días

NUTRIENTES:

C
12.77-17.77%

N
0.9-1.54%

P
1.04-1.45%

K
3.11-3.78%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura
20-22°C

Humedad
27.15-38.33%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 7.31-
10.38

Relación C/N
9.43-14.77

CE 0.42-0.97
dS/m



TÍTULO: Fed intermittent composting of food waste from minor touring city, using reactors with different passive ventilation

AUTOR(ES): Prohmdetbun, Srisatit y Popradit

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

[http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v10.7\(39\).10](http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v10.7(39).10)

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Reactor

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuo doméstico: Desechos de comida.
Residuo industrial: Aserrín.
Residuo agrícola: Ceniza de cáscara de arroz.

PERIODO:

60 días

NUTRIENTES:

N
1.12%-1.30%

K
0.75%-1.14%

Na
0.55%-0.98%

P
0.69%-0.87%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 50-57.3°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH
7.56-8.5

Relación C/N
17.3-23.6

CE
4.15-5.59
dS/m



TÍTULO: Effect of feeding regime on composting in bins

AUTOR(ES): Storino et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: EBSCO

DOI:

<http://dx.doi.org/10.1080/1065657X.2016.1202794>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Composteras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Desechos de frutas y verduras.

Residuos de jardín: Residuos de poda astillados de madera.

PERIODO:

30 semanas

NUTRIENTES:

N 2.6-2.7%	C 38.9- 40.1%	K 1.43- 1.56%
Ca 2.6-2.9%	Mg 0.28-0.31%	Na 0.29-0.34%
P 0.43-0.49%	Fe 1085-1438 mg/kg ds	Mn 53-65 mg/kg ds
Zn 74-107mg/kg ds		

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 36.1-44.8°C

Densidad 279-324 kg/m³

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 8.6-8.8

Relación C/N 13.8-16.7



TÍTULO: Chemical composition of vermicompost made from organic wastes through the vermicomposting and composting with the addition of fish meal and egg shells flour

AUTOR(ES): Nurhidayati, Ali y Murwani

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

10.21776/ub.jpacr.2017.006.02.309

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Vermicompostaje

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Estiércol de vaca, hojarasca.

Residuos industriales: Desechos de hongos, harina de cáscara de huevo y harina de pescado.

PERIODO:

6 semanas

NUTRIENTES:

N 0.83-
1.24%

C 18.65-
24.15%

P 1.24%

K 0.8%

Ca 700%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Humedad 40%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 6.33-7.03

Relación C/N 22-35

TÍTULO: Development of technologies for local composting of food waste from universities
AUTOR(ES): Vázquez et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

doi:10.3390/ijerph17093153

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Reactor

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos domésticos: Residuos de verduras, frutas, pan, sobras de arroz.

Residuos orgánicos industriales: Restos de pescado y carne.

Residuos de jardín: Residuos de poda

PERIODO:

Cuatro meses

NUTRIENTES:

N 2.49-3.58%

C 37.68-38.45%

P 5.31- 8.65 g/kg

Ca 81.7-101 g/kg

Mg 2.78-3.45 g/kg

K 11.95-19.7 g/kg

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 20 °C

O 20%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

Relación C/N 10.98-15.15



TÍTULO: An assessment of chemical and microbiological properties of different types of poultry waste compost prepared by bin and windrow composting system

AUTOR(ES): Irfan et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1278>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos orgánicos industriales: Aves muertas, despojos, desechos de criaderos y una mezcla de órganos viscerales y plumas de aves.

Residuo agrícola: Paja de trigo.

PERIODO:

41 días

NUTRIENTES:

N 1.89-2.17%

P 0.86-0.88%

K 1.06-1.18%

Ca 0.06-1.88%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 43.3-47.7°C

Humedad 44-50%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 8.81 – 8.86



TÍTULO: Comparison of the chemical, physical and microbial properties of composts produced by conventional composting or vermicomposting using the same feedstocks

AUTOR(ES): Haynes y Zhou

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2016

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PUBMED

DOI:

10.1007/s11356-016-6197-0

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Vermicompostaje

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Estiércol de ganado
Residuos de jardín: Recortes de césped fresco y malezas.

PERIODO:

18 semanas

NUTRIENTES:

N
1.3-1.7 %

C 26-32 %

Ca 0.161 mol/kg

Mg 0.141 mol/kg

Na 0.034 mol/kg

K 0.065 mol/kg

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 25-26°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 7.24

Relación C/N
14-22

CE 1.8 dS/m



TÍTULO: Composition and mineralization of organic compost derived from composting of fruit and vegetable waste

AUTOR(ES): Motta et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: PROQUEST

DOI:

10.1590/0034-737X201966040009

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos domésticos: residuos de frutas y verduras.

Residuos orgánicos agrícolas: Estiércol de ave de corral y residuo de cáscara de arroz.

PERIODO:

95 días

NUTRIENTES:

N 1.10-1.67%	P 0.19-0.41%	K 1.75-2.99%
-----------------	-----------------	-----------------

Ca 0.82-4.83%	Mg 0.23-0.83%	Fe 0.22-0.60%
------------------	------------------	------------------

Mn 0.024-0.065%	Zn 0.004-0.044%
--------------------	--------------------

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 28-30°C

Humedad 45.34-58.34%

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 8.55-9.09

Relación C/N 15.95-29.96



TÍTULO: Recycling of organic wastes through the vermicomposting process of cow dung and crop residues

AUTOR(ES): Islam et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: EBSCO

DOI:

10.3329/jbas.v42i1.37828

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Vermicompostaje

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuo orgánico agrícola: Estiércol de vaca y residuos de cultivos como tallos, rastrojos, hojas y vainas.

PERIODO:

120 días

NUTRIENTES:

N 1.792%

P 0.5217%

K 1.514%

Na 3.5642%

Zn 0.0147%

Fe 0.33092%

Mg 0.48%

Mn
0.00933%

Ca 5.5%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 15-25°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 7.69



TÍTULO: Composting process in the production of lettuce seedling substrates: effect of covering and turning frequency

AUTOR(ES): Ripp et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIELO

DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n5p562-570/2020>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Pilas móviles o hileras

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos domésticos: restos de poda de árboles.
Residuos industriales: restos de criaderos, sobras de alimento para pollos de engorde.

PERIODO:

Tres meses

NUTRIENTES:

N	P	K	C
1.7-2.2	0.5-0.63	0.48-1.32	20.8-27.5
%	%	%	%

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 16-27°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 6.4-7.9	Relación C/N 11.7-13.9	CE 0.5-2.3 dS/m
------------	---------------------------	--------------------



TÍTULO: Correlation between ammonia-oxidizing microorganisms and environmental factors during cattle manure composting

AUTOR(ES): Sun et al

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

PARTICIPANTES: SCIEDIRECT

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.12.002>

MÉTODO DE COMPOSTAJE:

Compostera

TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO:

Residuos agrícolas: Estiércol de vaca y paja de arroz.

PERIODO:

29 días

NUTRIENTES:

N 2.37 %

PARÁMETROS FÍSICOS:

Temperatura 35°C

PARÁMETROS QUÍMICOS:

pH 8.08



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), ROJAS VILELA DE ECHE CINTHYA CAROLINA, YENQUE LAMAS LEIDY NOHELY estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: " REVISIÓN SISTEMÁTICA: MÉTODOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
ROJAS VILELA DE ECHE CINTHYA CAROLINA DNI: 72654894 ORCID: 0000-0003-1901-4421	
YENQUE LAMAS LEIDY NOHELY DNI: 73108842 ORCID: 0000-0003-2170-1589	