



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con  
otros métodos de compost en Latinoamérica: revisión sistemática,  
2014 – 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Maza Sosa, Jefferson David ([orcid.org/0000-0003-0544-6661](https://orcid.org/0000-0003-0544-6661))

**ASESOR:**

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio ([orcid.org/0000-0002-3419-7361](https://orcid.org/0000-0002-3419-7361))

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Tratamiento y Gestión de los residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA– PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por a ver permitido llegar hasta aquí, seguido de ello a Mi Padre, Mi Madre y Hermano los cuales estuvieron siempre ahí conmigo dándome ese aliento, ánimo y consejos; y a toda mi familia como abuelos por parte de Padre y Madre y Tíos en general por su apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad César Vallejo y docentes que impartieron sus enseñanzas para lograr una investigación de interés.

Al asesor Dr. Juan Ordoñez por su orientación durante el proceso de investigación.

A mi padrino Enrique Sosa Núñez, a mi tío William Sosa Núñez y a mi tío Martín Sosa Núñez y otros Familiares por el aliento, ánimo y apoyo incondicional que siempre me Brindaron.

Y por eso doy gracias a todas las personas mencionadas por el apoyo incondicional en todo momento y gracias a ello pude llegar hasta el tramo final de la meta propuesta.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE DE CONTENIDOS .....	iv
INDICE DE TABLAS .....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización .....	15
3.3. Escenario de estudio.....	17
3.4. Participantes .....	17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.6. Procedimientos .....	18
3.7. Rigor científico .....	20
3.8. Método de análisis de datos.....	20
3.9. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS.....	47

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Clasificación de los residuos sólidos</i> .....	9
<b>Tabla 2.</b> <i>Parámetros del compostaje</i> .....	11
<b>Tabla 3.</b> <i>Relación de insumos a diferentes escalas para el método Takakura</i> .....	13
<b>Tabla 4.</b> <i>Valoración del instrumento los jueces</i> .....	18
<b>Tabla 5.</b> <i>Frecuencia de residuos orgánicos utilizados en las investigaciones revisadas, para la solución dulce</i> .....	21
<b>Tabla 6.</b> <i>Frecuencia de residuos orgánicos utilizados en las investigaciones revisadas, para la solución salada</i> .....	22
<b>Tabla 7.</b> <i>Frecuencia de residuos orgánicos utilizados en las investigaciones revisadas, para la semilla de Takakura</i> .....	23
<b>Tabla 8.</b> <i>Rendimiento de la elaboración del compost con el Método Takakura, de acuerdo con sus parámetros de calidad</i> .....	24
<b>Tabla 9.</b> <i>Parámetros fisicoquímicos del compost resultante</i> .....	28
<b>Tabla 10.</b> <i>Composición de macronutrientes del compost, según métodos y autores</i> .....	34
<b>Tabla 11.</b> <i>Efectividad del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje</i> .....	36

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Fases del compostaje .....	11
<i>Figura 2.</i> Método PRISMA .....	19
<i>Figura 3.</i> Relación Carbono-Nitrógeno, según autores.....	25
<i>Figura 4.</i> Parámetro de Humedad, según autores.....	25
<i>Figura 5.</i> Parámetro pH, según autores .....	26
<i>Figura 6.</i> Parámetro de Temperatura, según autores.....	27
<i>Figura 7.</i> Tiempo de elaboración del compost, según autores y métodos .....	32

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica, revisando sistemáticamente publicaciones en el periodo 2014 – 2022. La investigación se desarrolló bajo una metodología del tipo aplicada, diseño no experimental, enfoque cuantitativo, para ello se aplicó la metodología de PRISMA, de esta forma se identificaron los términos de búsqueda que se utilizaron hasta en doce repositorios obteniendo una población de 321 investigaciones, después de la revisión y la aplicación de un muestreo no probabilístico y por conveniencia, se identificó a 24 investigaciones, que forman parte de la muestra del estudio. La materia prima es el principal ingrediente para la elaboración del Takakura, el cual se conforma de res mezclas, una solución dulce, otra salada, y la semilla de Takakura, donde los ingredientes más comunes fueron el yogurt, las cáscaras de verduras y frutas, y la cáscara de arroz, respectivamente. Las investigaciones que utilizaron el método Takakura, en promedio obtuvieron parámetros fisicoquímicos dentro de los rangos adecuados: 16.17 de C/N, 55.32% de humedad, 7.93 de pH, y 31.37 de temperatura. Adicionalmente, del total de investigaciones 18 de ellas obtuvieron parámetros fisicoquímicos adecuados, y 5 los parámetros de los macronutrientes del compost resultante del método Takakura, en comparación con los resultantes de otros métodos. De modo que, del total de las investigaciones, aquellas que incluyeron el método Takakura a su análisis obtuvieron un compost más efectivo para mejorar las propiedades del suelo y mejorar su condición de fertilidad.

**Palabras clave:** elaboración de compost en Latinoamérica, parámetros físicos y químicos de compost, Método Takakura, residuos orgánicos, métodos o tipos de compostaje, efectividad de elaboración del compost.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effectiveness of the Takakura method in composting with other composting methods in Latin America, systematically reviewing publications in the period 2014 - 2022. The research was developed under a methodology of the applied type, non-experimental design, quantitative approach, for this the PRISMA methodology was applied, in this way the search terms were identified and used in up to twelve repositories obtaining a population of 321 research, after the review and the application of a non-probabilistic sampling and by convenience, 24 research were identified, which are part of the study sample. The raw material is the main ingredient for the preparation of Takakura, which is made up of three mixtures, a sweet solution, a salty solution, and the Takakura seed, where the most common ingredients were yogurt, vegetable and fruit peels, and rice husks, respectively. The investigations that used the Takakura method, on average, obtained physicochemical parameters within the appropriate ranges: 16.17 C/N, 55.32% moisture, 7.93 pH, and 31.37 temperature. In addition, of the total number of investigations, 18 of them obtained adequate physicochemical parameters, and 5 obtained the parameters of the macronutrients of the compost resulting from the Takakura method, compared to those resulting from other methods. Thus, of the total number of investigations, those that included the Takakura method in their analysis obtained a more effective compost to improve soil properties and improve its fertility condition.

**Keywords:** composting in Latin America, physical and chemical parameters of compost, Takakura Method, organic waste, methods or types of composting, effectiveness of composting.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los residuos siguen siendo una de las problemáticas más importante a nivel mundial, ya que ocasionan una serie de efectos ambientales y socioeconómicos. Su origen principalmente es por los desechos que generan las actividades humanas, estimaciones estadísticas han identificado que se generan nueve millones de toneladas de residuos sólidos aproximadamente, y que varios de los países en desarrollo la infraestructura que autoriza su almacenamiento o disposición final tiene muchas deficiencias (Kaza, Yao, Bahada-Tata y Van Woerden, 2018, p.1). Además, otro factor que influye a esta problemática se basa en que la humanidad en general no sabe aún como utilizar los residuos sólidos y que métodos de compostaje poder aplicar para su aprovechamiento, lo cual esto se convierte en un factor de desafío complejo para resolver problemas urbanos ambientales.

Se puede seguir mencionando otras problemáticas, entre las principales es que los seres humanos tienen poca o escasa práctica de reciclar y siendo más precisos la falta de una correcta utilización de los desechos, especialmente en los hogares, esto podría ser el origen para la elaboración de compostaje casero y con ello colaborar con la construcción en habilidades sobre educación ambiental y en la conservación del medio ambiente (Whitmarsh, Haggan y Thomas, 2018, p.2).

A nivel mundial más del 90 % de los residuos son depositados al aire libre, donde las personas más afectadas son las de bajos recursos. Especificando datos para América Latina y el Caribe, según la División de Agua y Saneamiento (INE/WSA) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) al año se está originando alrededor de más de 215 millones de toneladas de residuos sólidos. De los cuales el 52% representa a residuos orgánicos, y solo el 19% son materiales potenciales para su reciclaje, como papel, cartón, vidrio y metales, mientras, que el material plástico tiene el 12% del total. En relación con la disposición final de los RSM, según la misma fuente antes mencionada. El 56% termina en rellenos sanitarios, en tanto que alrededor del 40% se vierten de manera incorrecta en vertederos al aire libre y sin nada de control, y tan solo el 4.5% son reciclados (Arana, 2020).

A nivel mundial, la gestión de residuos sólidos es uno de los temas de la agenda pública y privada; debido al incremento desmesurado de los residuos, la baja tasa de reciclaje, la penetración de los residuos en áreas naturales (islas de plástico). En este marco, la solución desde el punto de vista del desarrollo sostenible, a partir del aprovechamiento de los residuos (Pon, 2019).

Los países de altos ingresos generan aproximadamente el 34% de los desechos a nivel mundial, a pesar de que alberga el 16% de la población; mientras que Asia y el Pacífico generan un 23%; sin embargo, se espera que en 30 años esto se acelere (Kaza et al., 2018). Sin embargo, algunos países ya han puesto en marcha políticas y sistemas de gestión de residuos adecuados para aprovechar los residuos sólidos como en los países europeos que tienen como fundamento legislación acerca de la gestión de residuos sólidos; por ejemplo, en la Alemania, gracias a la legislación permite una economía circular, donde las empresas que fabrican se hacen cargo de los residuos, gracias a ello operan 68 plantas de incineración, 32 plantas de combustible sustituto y 45 plantas de tratamiento de residuos biomecánicos (Segura, Rojas y Pulido, 2020).

En el país de Suiza, tiene un marco legal que fortalece la gestión de residuos, y donde se pone en práctica el reciclaje, alrededor del 51% de residuos se reciclan, existen tres plantas de biogás y compostaje, y 60 de energía a base de materia orgánica (Segura et al., 2020).

Así el reciclaje sería lo mejor y una alternativa sostenible, lo cual nos permite dar un el primer paso a la mitigación de la contaminación y le daríamos un mayor tiempo de vida a los rellenos sanitarios; pero no se aplica en todas las ciudades, países de Latinoamérica, ya que los habitantes no toman aun conciencia de la dimensión de la problemática al degradar el paisaje de la ciudad (Kihila, Wernsted, Kaseva, 2021).

Sin embargo, de acuerdo con un informe del estado actual de la gestión de los residuos sólidos en el Perú, genero un promedio aproximado de más de 20 mil toneladas de residuos por día, producidos por los más de 30 millones de habitantes, lo cual esto equivale al 0.8 kilogramos de residuos que genera un habitante por día (Diario El Peruano, 2021).

Según lo anterior, se deben buscar acciones o estrategias que permitan o ayuden a tratar esta gran cantidad de desechos o residuos, en especial del tipo orgánico y por ello se hace mención del compostaje; sin embargo, en las grandes ciudades donde es demasiada la generación de dichos residuos, surge el problema de la desintegración de la materia por el factor tiempo, puesto que se originan microorganismos aceleradores que se desintegran para así obtener el compost (Babu. Prieto y Rene, 2021, p.1).

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone como **problema general**: ¿Cuál es la efectividad de método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática 2014 – 2022? Así como también, se responden a los siguientes **problemas específicos**: **PE1**: ¿Cuáles son los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración de compostaje de acuerdo con el método Takakura? **PE2**: ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del método Takakura? **PE3**: ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje? **PE 4**: ¿Cuáles son los componentes del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje?

La investigación se justifica desde una perspectiva medioambiental, el reciclaje de los residuos orgánicos y su aplicación al suelo genera bastante provecho, por ello en la actualidad a nivel Latinoamérica y mundial, se está realizando el compostaje como una práctica considerablemente aceptable por ser sostenible y de utilidad en los sistemas involucrados en la agricultura. Frente a ello, existen diversos métodos utilizados para la elaboración de compostaje, entre los más resaltan el método de Takakura, vermicompost, Bocashi, Lombricultura, entre otros. La efectividad de la elaboración del compost utilizando estos métodos; se muestran a partir de diversos criterios o parámetros mencionados en las investigaciones revisadas.

En relación con la justificación social, el compostaje trae beneficios que brinda la elaboración de compostaje, se puede resaltar que actúa directamente en el mantenimiento y mejora de los suelos agrícolas. Al mejorar la estructura del suelo, con consecuencias positivas como son, contribuir a mantener comunidades de organismos que favorecen el control de enfermedades en los cultivos, insectos y las malezas, también en la formación de asociaciones simbióticas provechosas con

las raíces de las plantas, entre otros beneficios más, ya que con ellos el suelo agrícola tiene una mejor productividad.

Desde el punto de vista teórico, el presente estudio permitió sistematizar un marco teórico relevante para el análisis a profundidad los parámetros de calidad del compost resultante con el método del Takakura, y la comparación con otros métodos de elaboración del compost resultante de otros métodos.

Así también, tiene una justificación metodológica ser útil como antecedente de investigación de revisión bibliográfica para futuros estudios, dado que existen muy pocos estudios que cumplen con este objetivo de estudio; pretendiendo contribuir en completar este vacío del conocimiento.

La investigación eligió el compostaje elaborado a partir del método Takakura, que es utilizado en la descomposición de residuos orgánicos a través de microorganismos. A partir de ello se busca ofrecer una solución práctica al problema del medio ambiente de manejo y tratamiento de los residuos orgánicos, proponiendo métodos eficaces y accesibles en el tratamiento de residuos orgánicos en el hogar, reduciendo con ello el impacto negativo al medio ambiente (Estrada, Gamboa, Sztemberg y Warrin, 2020, p. 22 - 31).

Ante ello, se planteó como **objetivo general**: Evaluar la efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática, 2014 – 2022. Mientras que como **objetivos específicos** son los siguientes: **OE 1.** Identificar los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración del compostaje de acuerdo con el método Takakura. **OE 2.** Analizar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del Método Takakura. **OE 3.** Identificar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje. **OE 4.** Identificar la composición del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje.

## II. MARCO TEÓRICO

La investigación se sustenta en la revisión de estudios previos relacionados, teniendo en cuenta que una de las problemáticas ambientales son los residuos en las zonas urbanas ya que presentan dificultad en su disposición final, entre ellos se encuentran los siguientes estudios:

Alvarado y Rangel (2020), realizan una revisión bibliográfica de estrategias sostenibles para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las organizaciones. El estudio lo desarrollaron bajo una metodología del tipo básica, con diseño no experimental, donde se consideró una muestra de 45 investigaciones donde se recuperaba materia orgánica en compost. La revisión resulta en la identificación de diversos diseños donde se preparaba compost, algunos de ellos plantearon el uso de tecnología con base a diferentes procesos y métodos. Concluyeron que, existe una alta viabilidad para el establecimiento de una planta procesadora de abonos orgánicos, siendo esta una solución para la gestión integral de residuos sólidos que permite mitigar la contaminación del hombre.

Mohamed, Tuan, Mohamed y Mohamed (2020), su estudio tuvo como objetivo principal realizar una revisión sistemática sobre las técnicas de compostaje de los residuos alimentarios realizado por los hogares, y medir el desempeño de dichas técnicas considerando factores como el costo, sostenibilidad, la facilidad de su uso y el tiempo. Para ello aplicaron una metodología básica y no experimental, usando diferentes investigaciones sobre esta materia. Así, encontraron que la técnica de compostaje convencional implica un mayor costo de preparación, mantenimiento y equipo, requiere de áreas más grandes para el procesamiento, y un mayor tiempo para completar el proceso (16 a 32 semanas), produciendo olores desagradables y emisiones de gases tóxicos; mientras que, las técnicas del activador de compost y el vermicompostaje son menos costosos (requieren de materiales de fácil disponibilidad) y más sostenibles, resaltando entre ellos el activador de compost cuyo procedimiento es más sencillo, y permite obtener el producto o compost en menor tiempo (2 a 6 semana). Los autores concluyeron que el método de compostaje es útil para solucionar el problema de los desperdicios de alimentos, y el producto que genera mejora la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Además, las técnicas de compostaje rápido tienen un mejor desempeño que el

compostaje convencional, ya que su ciclo es completo y el producto se puede lograr en un menor tiempo.

Bonilla (2020) su estudio tuvo como objetivo comparar técnicas de descomposición de residuos orgánicos, el Vermicompostaje y el Takakura, analizando factores técnicos. Planteó una metodología del tipo aplicada, con alcance descriptivo y comparativo el procedimiento fue realizado en tres etapas, el diagnóstico para generar residuos orgánicos, elaboración de pilas de compost y la determinación de la eficiencia del método. Los resultados indican que, el método Takakura es ligeramente más eficiente debido a que el tiempo de maduración es menor, y con un índice de clasificación de 85/100. Llegó a la conclusión que el método Takakura tuvo una mayor eficiencia en consideración de las características nutricionales del compost, en donde el tratamiento uno y dos, fueron las que cumplieron la mayor cantidad los parámetros establecidos.

Zavala (2019) desarrolló una tesis cuya finalidad fue el determinar la calidad del compost producido por los residuos sólidos orgánicos con el método de compostaje Takakura. Para ello planteó una metodología de diseño no experimental, longitudinal, y no probabilístico. Los resultados mostraron que, los parámetros fueron satisfactorios y por tanto logró producir un compost de buena calidad, donde el porcentaje de la materia orgánica fue de 14.1%, temperatura final de 22.3°C, 62% de humedad, conductividad eléctrica de 12.3 dS/m y un pH de 6.23. Concluyendo que, cumple con los indicadores estándares de calidad de compost.

Barthod, Rumpel y Dignac (2018), desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue realizar una revisión bibliográfica que les permita identificar los principales factores que caracterizan al compostaje y el Vermicompostaje con y sin aditivos, así como los efectos que tienen los aditivos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y sobre las propiedades de los productos finales. Para ello emplearon una metodología básica, utilizando más de 50 estudios que abordan el tema (a nivel experimental y no experimental) del compostaje y Vermicompostaje con y sin aditivos. Los resultados de dicha revisión señalan que la agregación de aditivos tiene efectos positivos sobre el proceso y el producto final del compostaje y Vermicompostaje. En ese sentido concluyeron que agregar aditivos, como materiales minerales, orgánicos o biológicos puede permitir influir sobre los

parámetros del compostaje, tales como la aireación, la porosidad de la pila, entre otros; además de generar mejoras sobre el valor agronómico del producto final y limitar los niveles de emisión de gases de efecto invernadero y de olores.

Villegas y Laines (2017), su estudio tuvo como objetivo principal revisar bibliografía científica sobre el proceso de la tecnología alternativa de vermicompostaje y analizar sus características y beneficios de esta. En ese sentido, utiliza una metodología básica, con enfoque documental, revisando las principales investigaciones y/o estudios sobre el tema. Encontraron que, el proceso de vermicompostaje implica un bajo costo, y que mediante la bio-oxidación, la degradación y la estabilización de residuos orgánicos se puede obtener un producto con características beneficiosas (homogeneidad, estabilidad y granulometría fina). Concluyendo así, que el vermicompostaje es una técnica muy importante que permite convertir una gran masa de residuos orgánicos producidos por las diferentes actividades de índole económico e industrial que realizan los humanos, en un producto nutritivo para los diferentes cultivos o incluso para la recuperación de los suelos.

En relación con la fundamentación teórica de la investigación, existen diferentes técnicas para la reducción de contaminación y la gestión de los residuos sólidos, sobre todo los orgánicos. La generación de dichos residuos principalmente ocurre en hogares y restaurantes, pues la mayor parte de desechos son biodegradables como frutas, verduras y plantas (Torres, 2018.p.4).

Vargas, Trujillo y Torres (2019) señala que la producción de compost por establecimiento en la central de abastecimiento de mercado fue de 0.75 kg/día, el rendimiento promedio de la producción de compost fue del 61.7 % con respecto al peso inicial. Concluyo que los residuos orgánicos es una problemática del medio ambiente que urge de una solución como es el compostaje, ya que ayudan a reutilizar los nutrientes orgánicos.

Chaves, Campos, Brenes y Jiménez (2018, p.8), lo que busca es aprovechar los residuos sólidos orgánicos de los restaurantes de Costa Rica, para ello elaboró tres tipos de compostaje para poder obtener el abono orgánico. Se realizó la comparación de tres métodos: (TK) Takakura, (MM) Microorganismos de Montaña y (P) Pellets con residuos degradables. Cuyos parámetros de evaluación son la

humedad, temperatura, pH, temperatura y la eficiencia, cuyo objetivo es decidir cuál es la más eficiente. Como conclusión, el compostaje Takakura su resultado fue más efectivo, desde el punto de vista económico, ambiental y técnico, para el uso apropiado de residuos del restaurante del Instituto Tecnológico de Costa Rica; ya que, alcanzo una temperatura de (53°C) y la fase termófila en menor tiempo, mantuvo su humedad entre 50 y 70%, un pH, cercano a 7 y teniendo una efectividad del 81%.

En la misma línea, existen diferentes métodos de compostaje, Misra, Roy e Hiraoka (citado por Bhuvaneshwari, Hettiarachchi y Meegoda, 2019) definen compostaje como la descomposición de la materia orgánica por microorganismos en condiciones controladas; este compuesto es importante debido a que brinda beneficios al suelo como el mantenimiento de su fertilidad, producción agrícola sostenible, resistencia al estrés hídrico, mejora la absorción de nutrientes en las plantas, mejora el rendimiento, y reduce los costos.

Los residuos sólidos son sustancias o productos que encontramos en los estados sólido o semisólido, que su generador los ha desechado, debemos tener en cuenta que los residuos no tienen un valor monetario, y su término coloquial utilizado es el de "basura" (OEFA, 2014).

En el Decreto Supremo 1278, promulgado el 22 de diciembre del 2016, define residuo sólido como sustancia al resultado del uso o consumo de un bien o el consumo de un servicio. Se pueden clasificar de acuerdo con Lara y Velásquez (2016) en cuatro criterios por el estado en que se encuentran, la fuente, composición química, y el grado de peligrosidad, tal como se aprecia en la Tabla 1.

El compost es una sustancia orgánica que se produce a partir de los residuos urbanos, institucionales, de origen comercial y domiciliarios, se puede aplicar al suelo ya que mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas por ello se le nombra abono orgánico, fertilizante orgánico u acondicionador de suelo; sin embargo, no sustituye el fertilizante químico (Möller, 2016). La obtención de un compost se da mediante un proceso biológico donde la materia orgánica se transforma en humus bajo la presencia de microorganismos (Román, Martínez y Pantoja, 2013).

**Tabla 1.** *Clasificación de los residuos sólidos*

Por su estado	Fuente	Composición química	Grado de peligrosidad
<ul style="list-style-type: none"><li>- Sólido</li><li>- Líquido</li><li>- Gaseoso</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Domésticos</li><li>- Industriales</li><li>- Comerciales</li><li>- Institucionales</li><li>- Agrícolas</li><li>- Servicios municipales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Orgánicos</li><li>- Inorgánicos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inertes</li><li>- No inertes</li><li>- Peligrosos</li></ul>

Fuente: Lara y Velásquez, 2016, pp. 16-18.

Szantó (1998) señala que el compostaje es un proceso de degradación biológica por vía aerobia de la materia orgánica en los residuos sólidos urbanos (pp. 236-238). Pero el escaso uso, responde a diversos factores de algunas plantas de fabricación, las cuales originan una deficiente calidad del compost ofrecido al agricultor, una inestabilidad en el tiempo de la fermentación, fabrican de una sola calidad, desinformación al agricultor para su utilización, montaje de las fábricas pensando en la rentabilidad absoluta, distancia de suministros excesivas y alto costo de transporte, capacidades de producción pequeñas, falta de estudio de mercado y la presencia de metales pesados en el producto.

La calidad y composición química del compost al final depende de muchos parámetros como son la temperatura, humedad, relación Carbono-Nitrógeno, presencia de oxígeno, pH, etc. (Román et al., 2013). Los cuales intervienen durante el proceso de fermentación y maduración. El uso del compost es generalizado para el ramo de la silvicultura, en países como Holanda, España y en general en todo Europa, ya que este producto no solo se puede vender a los agricultores sino a personas en general y pequeñas empresas de jardinería y vinícolas. Además, esto nos lleva a mejorar los suelos locales arcillosos y calcáreos.

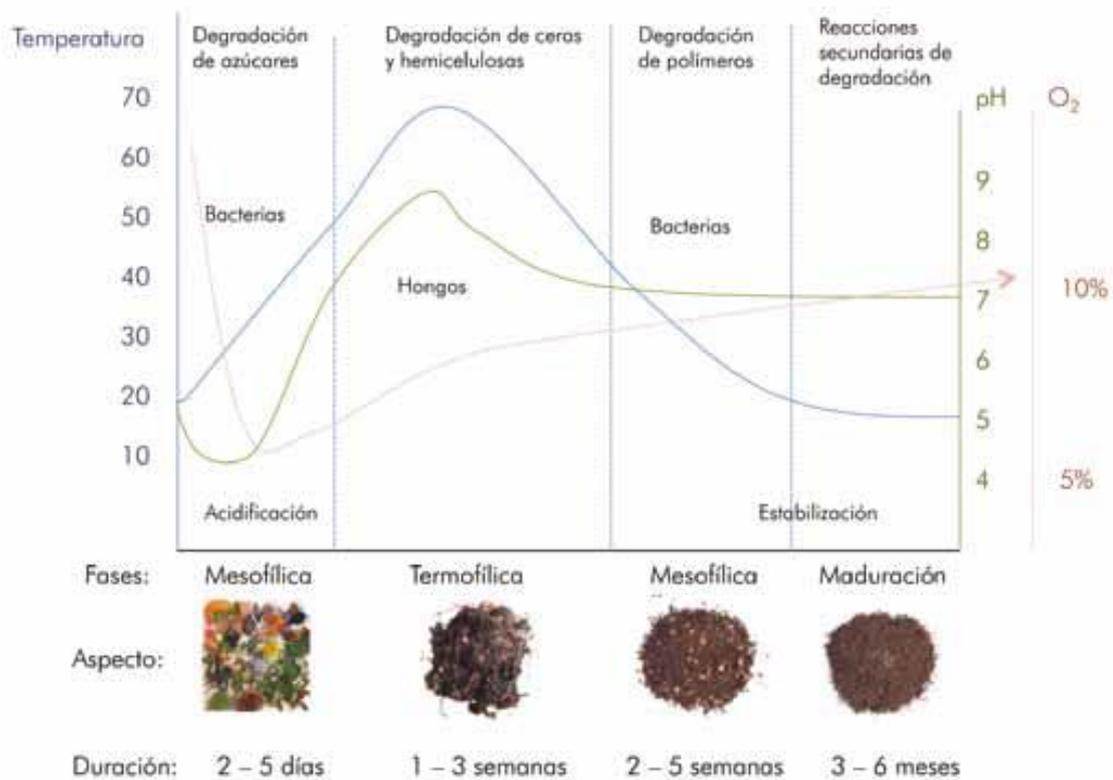
Entre los materiales más usados en la elaboración del compostaje se puede clasificar en dos tipos: materiales ricos en hidratos de carbono; materiales ricos en nitrógeno (Clima de cambios PUCP, 2018).

El efecto de su empleo del compost en el suelo es el siguiente: agrega materia orgánica en el suelo, mejora la textura y obtiene mayor capacidad de retención de aire y agua; mayor cantidad de compost para la aplicación del suelo puesto que no quema ni daña las raíces de la planta; el compost se aplica como abono para mejorar las cualidades de la tierra de las macetas, jardín o campos de cultivos. Mayor capacidad de retención del agua. Mejor aireación del suelo que favorece el suministro del oxígeno a las raíces. Mayor capacidad de nutrientes. Mejora la fijación de nitrógeno. Mayor actividad microbiana. Influye en la disminución del ataque de plagas y enfermedades a las plantas y por consiguiente el uso de pesticida. Esto hace suponer que las bacterias y hongos que el Compost aporta al suelo por acción de masa crean resistencia al ataque de plagas y enfermedades (FAO, 2000).

El compostaje, de acuerdo con Mendoza (2019), se desarrolla en cuatro fases las cuales se pueden apreciar en la Figura 1. La primera fase llamada mesófila, los microorganismos se encuentran a temperatura ambiente, lo que les permite que inicien el proceso de descomposición, generando mayor temperatura, que descienda su pH e inicie el proceso de producción de ácidos orgánicos. La segunda fase llamada termófila, se incrementa hasta 70°C su temperatura lo cual es necesario para la reducción de fuentes de carbonos, en esta fase actúan los hongos y bacterias que darán origen a las esporas, presenta una duración de semanas o hasta de meses (Román et al., 2013).

La tercera fase llamada de enfriamiento, se disminuye la temperatura hasta los 40°C para seguir con la descomposición de ciertos polímeros como la celulosa (Román et al., 2013). La cuarta fase llamada de maduración, la actividad metabólica disminuye y dura más o menos 20 días, donde los residuos llegan a su etapa de maduración (Román et al., 2013).

En relación con los parámetros del compostaje, en el Manual de compostaje del agricultor, señala que los más relevantes se muestran en la Tabla 2 (Román et al., 2013, p.31). El método Takakura, fue propuesto por un japonés llamado Koji Takakura, coordinador del Instituto del Medio Ambiente Wakamatsu y estableciendo este método con el fin de lograr la reducción y el reciclaje de los residuos originados en la ciudad de Kitakyushu, Japón (JICA, 2010).



Fuente: Mendoza (2019)

Figura 1. Fases del compostaje

Tabla 2. Parámetros del compostaje

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C/N	25:1 - 35:1	15/20	10:1 - 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1.6 cm
pH	6.5 - 8.0	6.0 - 8.5	6.5 - 8.5
Temperatura	45 - 60°C	45°C - Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m <sup>3</sup>	< 700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2.5-3%	1-2%	~1%

Fuente: Román et al. (2013)

Esta técnica innovadora, consistió en usar bacterias cuyo origen es de una mezcla de ingredientes necesarios para elaborar la semilla Takakura tales como: cáscara de frutas; residuos vegetales como: col, nabo; sustancias sólidas y líquidas como: sal, azúcar, levadura, cuajo, yogurt y agua respectivamente. Esta combinación de ingredientes da como resultado un producto llamado semilla Takakura, misma que al ser combinado con los residuos orgánicos generan un producto final denominado compost, la relevancia que presenta este método es que se consigue abono orgánico en un período corto de tiempo en condiciones controladas de oxigenación y humedad (JICA, 2020).

Las características más importantes para emplear el método de Takakura son: la producción del compost en un periodo corto de tiempo de una a dos semanas no presenta la existencia de olores pestilentes ni filtraciones, es económico y sencillo de aplicar, los materiales que se usan son de fáciles de adquirir, su uso de microorganismos fermentativos ayuda a mejorar y nutrir el suelo; nos permite generar ingresos por la venta de compost (JICA, 2020).

El método Takakura puede obtenerse mediante una serie de pasos. Según JICA (2020), manifiesta que para iniciar un compostaje Takakura se deben desarrollar los microorganismos, la mayor cantidad posible para asegurar una descomposición rápida y, sobre todo, efectiva. Para ello se realizan los siguientes pasos:

Primero, se preparan dos soluciones de fermentación, la primera, es una solución dulce como ingredientes fermentados (yogur, vino queso blanco, hongos, levadura, etc.) y la segunda, solución salada, se agrega hojas de hortalizas y cascaras de frutas y verduras. Luego se cubren con un material semi abierto (gasa, tul) con el fin de permitir la salida de vapores que genera el proceso fermentativo. Después de un periodo de 3-5 días los microorganismos ya están listos (JICA, 2020).

Segundo, se elabora un lecho de fermentación a base de cáscaras de arroz y de salvado de arroz, trigo o maíz. Se añade el moho de hoja o las hojas caídas. Es importante los componentes y el líquido de fermentación se mezclen uniformemente. El volumen de agua del compost debe estar entre 40 y 60%. El lecho de fermentación se cubre una transpirable para evitar la llegada de insectos. El compost estará listo cuando las bacterias blancas hayan proliferado en la superficie, de 5 a 7 días (JICA, 2020).

En tercer lugar, para el compostaje doméstico necesitamos un depósito transpirable. Se llena hasta el 60% de su capacidad con el lecho de fermentación. Se cubre el lecho con una cubierta respirable. Los residuos orgánicos se pican finamente y se mezclan bien con el lecho de fermentación (JICA, 2020).

**Tabla 3.** *Relación de insumos a diferentes escalas para el método Takakura*

	<b>Ingredientes</b>	<b>Domiciliarios</b>	<b>Comunitario</b>	<b>Municipal</b>
<b>Solución salada</b>	Agua	1 lt	5 lt	30 lt
	Sal	10 gr	100 gr	1 kg
	Naranja	1 unidad	3 unidades	10 unidades
	Uva	500 gr	1 Kg	3 Kg
	Papaya	1 unidad	1 unidad	2 unidades
	Manzana	1 unidad	1 Kg	10 unidades
	Lechuga	500 gr	1 unidad	2 unidades
	Pepino	1 unidad	1 unidad	3 unidades
	Col	1 unidad	1 unidad	2 unidades
<b>Solución dulce</b>	Agua	1 Lt	5 Lt	30 Lt
	Azúcar	50 gr	500 gr	2 Kg
	Queso	227 gr	227 gr	3 unidades
	Levadura	1 sobre (7 gr)	3 sobres (7 gr)	1 paquete (170 gr)
<b>Semilla Takakura</b>	Yogurt	200 ml	30 Lt	3 Lt
	Aserrín	15 Kr	15 Kr	15 Kr
	Harina	2.300 Kg	2.300 Kg	2.300 Kg
	Afrecho	2.500	2.500	2.500
	Hojarasca	1 Kg	1 Kg	30 Kg

Fuente: JICA (2019)

Es necesario considerar que, si la descomposición de los residuos orgánicos se produce como se espera, debe tomar alrededor de 3 meses para que el contenedor se complete. Una vez lleno, parte del compost será eliminado. No debemos tirar todo el abono. El compost restante seguirá actuando como lecho de fermentación. Así es más eficiente porque puede acortar los pasos iniciales de elaboración, cuando se repita el proceso.

En cuarto lugar, el producto producido se llama compostaje semi maduro, donde los ingredientes orgánicos no se han descompuesto en su totalidad. En conclusión, los microorganismos de fermentación se mantienen activos posteriormente al

aplicar compostaje. Se debe estabilizar la mezcla entre 2-3 semanas antes de su aplicación para lograr eliminar los microorganismos fermentativos.

El quinto paso, ya se tiene un abono energético y libre de patógenos, apto para emplearse en todo tipo de cultivo, aporta elementos nutritivos, aumenta la retención hídrica y la aireación del suelo y que, con un bajo costo se mejora física, química y biológicamente el suelo. La elaboración de las soluciones fermentativas y semilla Takakura se realiza utilizando los productos que se presentan en la Tabla 3.

Las ventajas del método Takakura, se encuentran que es poco invasivo, porque el espacio útil para realizarlo es reducido, seguido del tiempo estimado para elaborarlo es más corto que otros métodos de compostaje, madurando entre los 30 – 40 días, se caracteriza por ser práctico debido a que no requiere montos de inversión considerables, pero si es necesario monitorear el avance del compost, y dado que es aeróbico no presenta olores. Sin embargo, también presenta desventajas puesto que debe ser protegido de la lluvia, la composición de materia orgánica debe ser seleccionada (360 soluciones verdes, 2020).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación fue del tipo aplicada, debido a que utilizó como fundamento la teoría realizada en investigaciones básica con anterioridad, buscando solucionar problemáticas planteadas (Arias y Covinos, 2021, p.68).

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue no experimental, en razón que las variables que se incluyen se analizan sin aplicarles estímulos y medir variaciones, por el contrario, se recogió su información a partir de su desempeño natural (Arias y Covinos, 2021, p.78).

Por otro lado, se utilizó el enfoque cualitativo, debido a que la investigación requiere de la caracterización y comparación del método Takakura frente a otros métodos de compostaje (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.7-9).

#### **3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización**

##### **3.2.1. Categorías**

Efectividad del Método Takakura.

Definición conceptual: Método de compostaje que mezcla materia orgánica sólida con materia líquida rica en bacterias, en un corto periodo de tiempo, que ayudan a mejorar y nutrir el suelo (JICA, 2014).

Definición operacional: La efectividad del método se evalúa a través de la identificación de los residuos orgánicos utilizados en su elaboración, y sus parámetros de calidad.

##### **3.2.2. Subcategorías**

Residuos orgánicos, parámetros fisicoquímicos, métodos de compostaje, composición del compostaje.

### 3.2.3. Matriz de categorización

Tabla 4. Matriz de categorización de variables

Problemas	Objetivos	Categoría	Subcategoría	Códigos
<b>Problema general</b> ¿Cuál es la efectividad de método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática 2014 – 2022?	<b>Objetivo general</b> Evaluar la efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática, 2014 – 2022.	Efectividad del Método Takakura	Residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución dulce</li> <li>• Solución salada</li> <li>• Semilla Takakura</li> </ul>
<b>Problemas específicos:</b> ¿Cuáles son los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración de compostaje de acuerdo con el método Takakura?	<b>Objetivos específicos</b> Identificar los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración del compostaje de acuerdo con el método Takakura.		Parámetros fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación C/N</li> <li>• pH</li> <li>• Humedad</li> <li>• Temperatura</li> </ul>
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del método Takakura?	Analizar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del Método Takakura.		Métodos de compostaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método Bioabono</li> <li>• Método Bocashi</li> <li>• Método Co-compostaje</li> <li>• Método Compostaje</li> <li>• Método de Em-Compost</li> <li>• Método de Microorganismos de Montaña (MM)</li> <li>• Método Lombricultura</li> <li>• Método Pellets</li> <li>• Método Testigo</li> <li>• Método Vermi-compostaje</li> </ul>
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje?	Identificar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje.		Composición del compostaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de duración</li> <li>• % Fósforo</li> <li>• % Nitrógeno</li> <li>• % Potasio</li> <li>• % Molibdeno</li> <li>• % Calcio</li> <li>• % Magnesio</li> <li>• % Azufre</li> <li>• Conductividad eléctrica</li> </ul>
¿Cuáles son los componentes del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje?	Identificar la composición del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje.			

### 3.3. Escenario de estudio

El estudio que se realizó fue una revisión sistemática; por ello el escenario de estudio fueron las bases de datos incluidas en la revisión: ScienceDirect, Scielo, Pumbed, EBSCOHost, Scopus, Dialnet, Redalyc, ProQuest, Academic OneFile, ProQuest, GreenR, y Google Scholar.

### 3.4. Participantes

Los participantes del estudio son el conjunto de elementos que cuenta con una característica de interés para el investigador (Arias y Covinos, 2021). En este caso, fueron las investigaciones que cumplen con los siguientes criterios de selección:

**Criterios de inclusión:** investigaciones que incluyan el análisis del método Takakura, publicada en el periodo del 2014-2022, y su ámbito de estudio es Latinoamérica.

**Criterios de exclusión:** investigaciones que no se encuentren publicadas en su totalidad, y que no se encuentren a libre disposición (gratuita).

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de investigación se refieren a las formas en que se recopila información o datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados (Arias y Covinos, 2021). Para el presente estudio, se utilizó la técnica de análisis documental, debido a que se emplea en caso sea necesario realizar revisiones de documentos, de donde se obtiene la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación (Arias y Covinos, 2021).

En esa misma línea, el instrumento fue una ficha de análisis documental, en la cual se detalla la información relevante que se busca analizar de acuerdo con los objetivos planteados (Arias y Covinos, 2021). Se diseñó una ficha de análisis de contenido (ver Anexo 2) donde se recogió información de los documentos revisados.

El instrumento fue validado por tres expertos (Ver Anexo 3) cuya calificación fue aplicable para el análisis de la bibliografía. En la Tabla 5 se presenta los expertos que validaron el instrumento y su corresponde valoración final.

**Tabla 5.** *Valoración del instrumento los jueces*

<b>Jueces</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Valoración</b>
Wilfredo Tello Zevallos	Recursos Forestales e Ingeniería Ambiental	97%
Eusterio Horacio Acosta	Ingeniería Ambiental	80%
Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga	Ingeniería Ambiental	85%

### **3.6. Procedimientos**

Los procedimientos de la investigación corresponden a la metodología PRISMA, es así como esta fue una revisión sistemática. En primer lugar, se identificaron los siguientes términos booleanos "AND, OR". Los términos fueron ingresados en los diferentes motores de búsqueda y arrojaron un total de 321 resultados: ScienceDirect (32), Scielo (21), Pumbed (14), EBSCOHost (18), Scopus (55), Dialnet (15), Redalyc (20), ProQuest (23), Academic OneFile (43), ProQuest (40), GreenR (19), y Google Scholar (21).

Del total se encontraron que 101 de las investigaciones estuvieron duplicadas, resultando un 220 artículo para revisar; de ellos se excluyeron 50 por no tener un título relevante y 55 por no contar con un resumen relevante. Posterior a ello, se revisaron las 115 investigaciones restantes, de los cuales se excluyeron 91, por no establecer métodos específicos de compostaje (58) y no incluir los parámetros de calidad del compost (33). Entonces, en la revisión de investigaciones se analizaron un total de 24 investigaciones, tal como se presentan en la Figura 2.

Posterior a la determinación de las investigaciones incluidas, se procedió a extraer de ellos la información acerca de los indicadores, para contestar los objetivos planteados en el estudio. En el Anexo 4 se presentan las investigaciones finales incluidas en la revisión, junto a los indicadores relevantes identificados. A partir de la información recopilada de cada uno de los indicadores, para las dimensiones, se procedió a generar una base de datos en una hoja de Excel, para luego analizar los datos de acuerdo con los objetivos planteados.

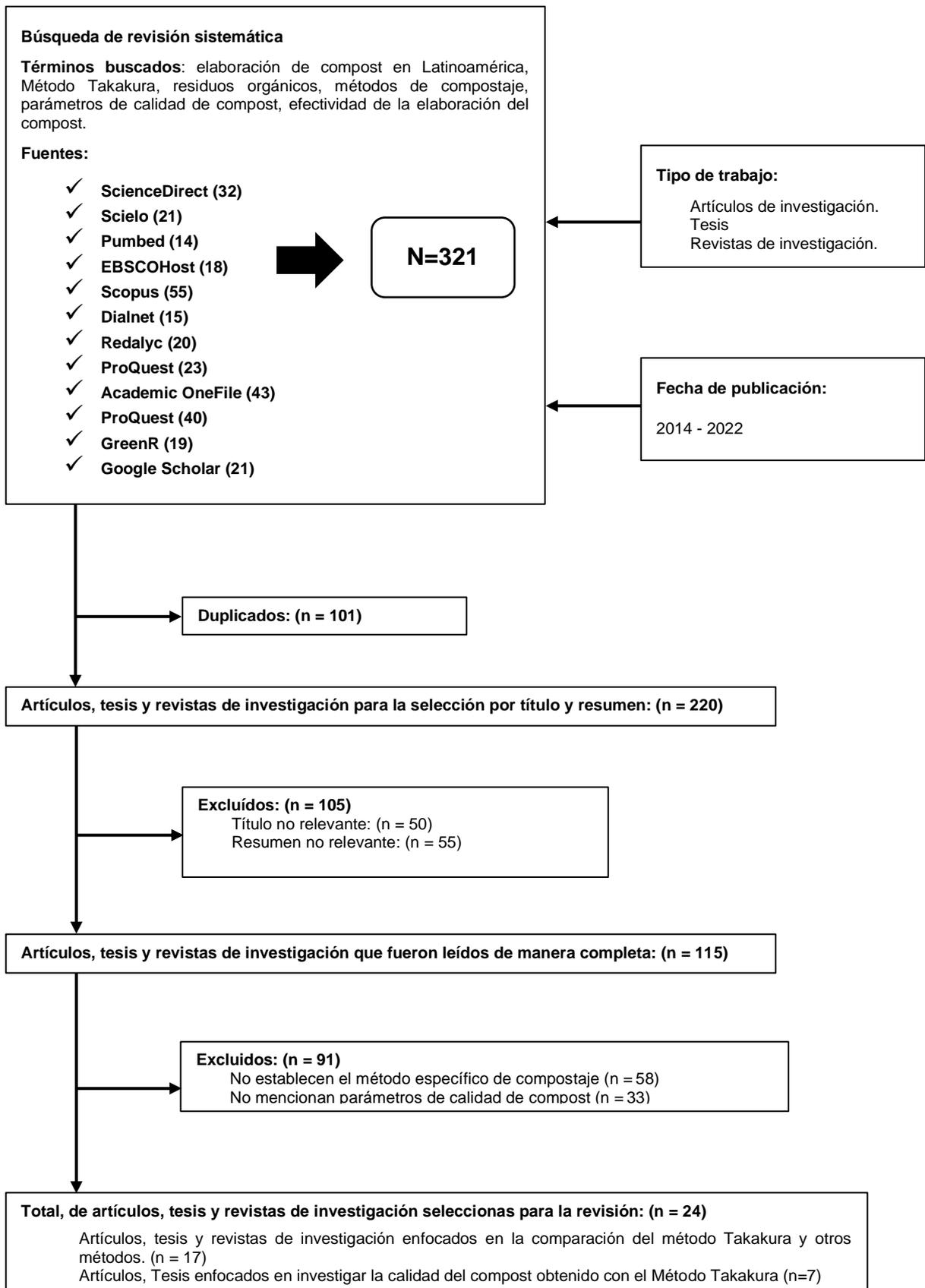


Figura 2. Método PRISMA

### **3.7. Rigor científico**

La investigación tuvo un rigor científico que cumplió con la consistencia lógica, la credibilidad, la auditabilidad o confirmabilidad y la transferibilidad (Hernández et al., 2014). En este sentido, los interesados podrían replicar la investigación considerando las condiciones aplicadas y llegar al mismo resultado aquí encontrado.

### **3.8. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos se realizó por medio del análisis de contenido de las investigaciones, mediante la descripción de los resultados, y además se utilizó la estadística descriptiva, para comparar los resultados entre los estudios.

### **3.9. Aspectos éticos**

La investigación cumplió con las disposiciones de forma y fondo establecidos en la Guía de elaboración de Productos de Investigación de Fin de Programa (Resolución N°110-2022-VI-UCV). Así como también, cumplió con los principios de la ética de investigación establecidos con la casa de estudios (Resolución N° 0262-2020/UCV), como: la beneficencia, debido a que el estudio busca mejorar una problemática actual; competencia profesional y científica, debido a que el investigador cuenta con las capacidades intelectuales necesarias para abordar el tema; cuidado del medio ambiente y biodiversidad, debido a que el estudio procura establecer una técnica de compostaje eficiente para el manejo de residuos orgánicos; probidad, dado que los resultados presentados son reales, sin que el investigador haya tenido que intervenir para lograrlos; el respeto a la propiedad intelectual, esto porque la investigación reconoce las ideas de otros autores, mediante el correcto citado y referenciado en formato ISO 690.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se planteó como primer objetivo específico **identificar los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración del compostaje de acuerdo con el método Takakura.**

Al analizar las 24 investigaciones incluidas en la revisión sistemática, se pudo identificar que el método Takakura se conforma de una mezcla entre la solución dulce, otra salada y la semilla de Takakura, y todos los insumos son materia orgánica. Del total de investigaciones 19 reportan los tipos de residuos orgánicos que utilizan para la elaboración del compost, que se conforman de la solución dulce, solución salada y la semilla Takakura.

**Tabla 6.** Frecuencia de residuos orgánicos utilizados en las investigaciones revisadas, para la solución dulce

Ingredientes	Repeticiones	Cantidad
Agua	7	29.43 litros
Azúcar*	14	1.67 Kg
Yogurt*	15	2.63 litros
Levadura*	14	142.43 gramos
Queso	5	151.00 gramos
Soja	1	
Cerveza	3	
Vino	3	
Cuajo de queso	2	7.97 gramos
Leche	1	
Melaza	3	
Guarapo	1	1.75 litros
Soja fermentada	2	
Salsa de soja no refinada	2	
Broza de café	1	
Aceite usado de cocina	1	
Kéfir (yogurt búlgaro)	1	
Hongos	1	
Restos de alimentos	1	
Excrementos de animales	1	
Huesos	1	
Residuos orgánicos	2	1001.75 Kg
Comida	1	

\* Residuo orgánico más frecuente

En la **Tabla 6** se observa que el residuo orgánico más frecuente en la preparación de la solución dulce es el yogurt, debido a que se repitió como ingrediente en 15 investigaciones; le siguió la levadura que se repitió en 14 investigaciones. Adicionalmente, respecto a las cantidades de los residuos orgánicos en promedio se utilizaron 1001.75 Kg; azúcar utilizaron en promedio 1.67 Kg; le sigue el queso con 151 g; levadura con 143.43 g; yogurt con 2.63 L; cuajo de queso con 7.97 g; guarapo con 1.75 L; y agua que se utilizó 29.43 L en promedio.

**Tabla 7.** Frecuencia de residuos orgánicos utilizados en las investigaciones revisadas, para la solución salada

Solución salada	Repeticiones	Cantidad
Agua	6	30.00 litros
Sal	13	165.74 gramos
Cáscaras de verduras*	6	9.33 Kg
Cáscaras de frutas*	8	
Uva	5	180.37 gramos
Papaya	3	1.00 unidad
Manzana	4	165.37 gramos
Lechuga	2	1.00 unidad
Pepino	1	1.00 unidad
Col	2	4671.92 gramos
Hortalizas	2	
Nabo	1	1003.48 gramos
Hojas	3	1630.66 gramos
Pepinillo	3	7659.20 gramos
Cáscaras de huevo	1	
Perejil	1	
Albahaca	1	
Espinaca	1	
Berenjena	1	
Cebolla china	1	
Naranja	2	
Cáscaras de legumbres	1	
Residuos de ferias libres	1	

\* Residuo orgánico más frecuente

En la misma línea, en la Tabla 7 se analizan los ingredientes más frecuentes que se utilizan para elaborar la solución salada, obviando que esta solución requiere de

agua y sal, el ingrediente más utilizado fueron las cáscaras de frutas que apareció en 8 investigaciones, le sigue las cáscaras de verduras que apareció en 6 investigaciones. En cuanto a las cantidades, de las cáscaras de verduras en promedio se utilizó 9.33 Kg; un 7659.20 g de pepinillo; 1630.66 g de hojas; 1003.48 g de nabo; 180.37 g de uva; 165.37 g de manzana; de agua un promedio de 30 litros y sal 165.74 g.

**Tabla 8.** Frecuencia de residuos orgánicos utilizados en las investigaciones revisadas, para la semilla de Takakura

Semilla Takakura	Repeticiones	Cantidad
Cáscara de arroz*	6	379.17 Kg
Aserrín	3	79.38 Kg
Harina	5	11.82 Kg
Hojarasca	5	153.94 Kg
Afrecho	5	146.00 Kg
Paja	1	0
Pasto	1	0
Árboles podridos	1	0
Cal	1	0
Hongos	1	0
Moho	1	0
Tierra vegetal	1	1370.00 Kg
Estiércol de equino	1	20.30 Kg

\* Residuo orgánico más frecuente

En la Tabla 8 se observan los ingredientes de la semilla de Takakura, el ingrediente que más utilizado en las diferentes investigaciones fue la cáscara de arroz, que se repitió en 6; le siguen la harina, hojarasca y el afrecho, que se repitieron en 5 investigaciones. En cuanto, a las cantidades que se utilizaron fueron, 1370 Kg de tierra vegetal, 379.17 Kg de cáscara de arroz, 153.94 Kg de hojarasca, 146 Kg de Afrecho, 79.38 Kg de aserrín, 20.3 Kg de estiércol de equino, y harina 11.82 Kg.

En el mismo sentido, Barthod et al. (2018) encontró que los resultados del compost mejoraron con aditivos minerales, orgánicos y biológicos, influyendo en la aireación, porosidad del lugar donde se prepara el compost. Así mismo, la mezcla de los ingredientes orgánicos identificados en las investigaciones corresponde a lo

recomendado por la JICA (2020), donde señalan que método Takakura es una innovación para la creación de compost por la mezcla de materiales orgánicos como las cáscaras de futas, residuos vegetales, sal, azúcar, agua, levadura, cuajo o yogurt, junto a la semilla de Takakura para evitar la contaminación exterior.

El segundo objetivo específico se centró en **analizar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del Método Takakura**, para ello el 75% (18/24) de las investigaciones revisadas además de aplicar el método obtuvieron las medidas de los parámetros para evaluar las características fisicoquímicas del producto resultante.

**Tabla 9.** Rendimiento de la elaboración del compost con el Método Takakura, de acuerdo con sus parámetros de calidad

<b>Parámetros Rangos</b>	<b>C/N</b>	<b>Humedad</b>	<b>pH</b>	<b>T°</b>
<b>Valor mínimo</b>	11.03	37.00%	7.00	21.87
<b>Valor máximo</b>	35.00	100.00%	9.79	58.00
<b>Valor promedio</b>	16.17	55.32%	7.93	31.37

En la Tabla 9 se muestran los parámetros de calidad a modo de resumen de las investigaciones analizadas, así respecto a la relación carbono nitrógeno, el valor mínimo fue de 11.03 cuyo valor fue resultado del compost en la investigación de Iliquín (2014), el valor máximo fue de 35:1 cuyo resultado fue documentado por el estudio del Ministerio del Ambiente y Agua (2020).

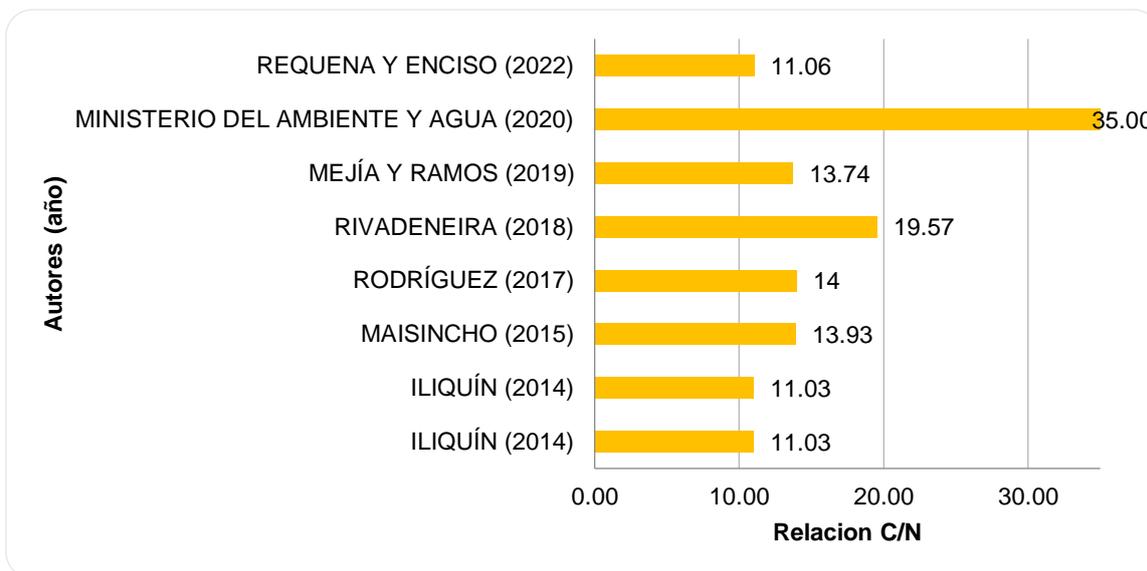


Figura 3. Relación Carbono-Nitrógeno, según autores.

De acuerdo con la Figura 3, las investigaciones de Maisincho (2015), Rodríguez (2017), Mejía y Ramos (2019) y Requena y Enciso (2022) 11.06, presentaron valores por encima del valor mínimo (11.03), pero también fue menor al valor promedio (16.17); mientras que Rivadeneira (2018) alcanzó un valor por encima del promedio e igual a 19.57, y el Ministerio del Ambiente y Agua (2020) obtuvo el máximo valor e igual a 35.

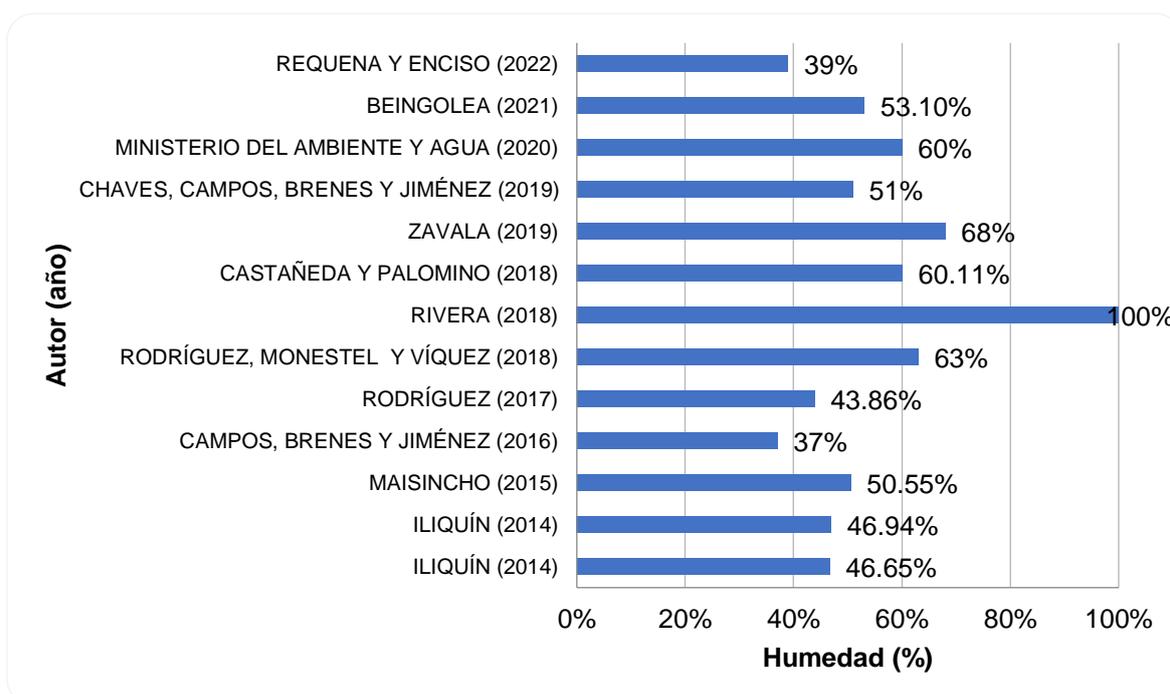


Figura 4. Parámetro de Humedad, según autores

Respecto al parámetro de humedad, tal como se observa en la Figura 4 la investigación de Campos et al. (2016) obtuvo el valor mínimo de 37%, le siguen las investigaciones de Requena y Enciso (2022) con 39%, Rodríguez (2017) con 43.86%, Iliquín (2014) con 46.65, Iliquín (2014) con 46.94%, Maisincho (2015) con 50.55%, Chaves et al. (2016) con 51%, y Beingolea (2021) con 53.1%; todos ellos debajo del valor promedio igual a 55.32%. Por encima de él, se encontraron las investigaciones que identificaron valores de humedad más altas, como la del Ministerio del Ambiente y Agua (2020) con 60%, Castañeda y Palomino (2018) con 60.11%, Rodríguez et al. (2018) con 63%, y Rivera (2018) con el 100% de humedad.

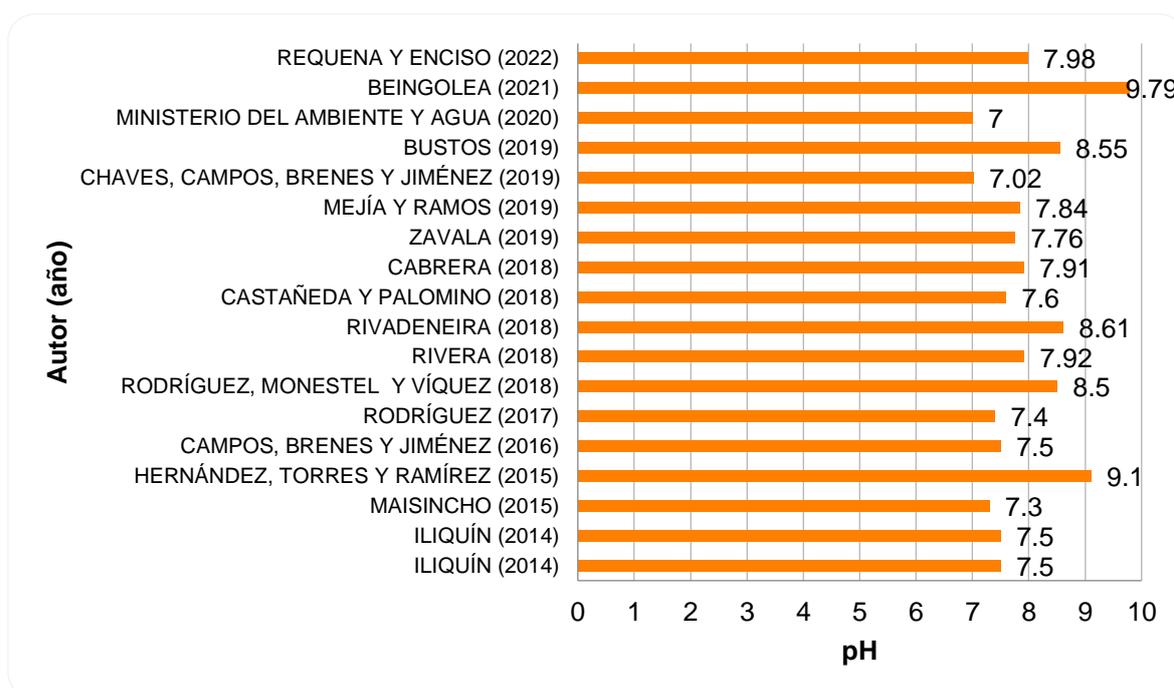


Figura 5. Parámetro pH, según autores

En cuanto al parámetro pH, el valor promedio se situó en 7.93 siendo un valor que indicaría que el compost es ligeramente alcalino. Tal como se observa en la Figura 5 la investigación del Ministerio del Ambiente y Agua (2020) encontró un pH neutro (7); mientras que las investigaciones de Chaves et al. (2019) fue de 7.02, Maisincho (2015) con 7.3, Rodríguez (2017) con 7.4, Campos et al. (2015) e Iliquín (2014) con 7.5, Castañeda y Palomino (2018) con 7.6, Zavala (2019) con 7.76, Mejía y Ramos

(2019) con 7.84, Cabrera (2018) con 7.91, Requena y Enciso (2022) 7.98. Existen otras investigaciones que encontraron valores más alcalinos en el compost, tal como Rodríguez et al. (2018) con 8.5, Bustos (2019) con 8.55, Rivadeneira (2018) con 8.61, Hernández (2015) con 9.1, y Beingolea (2021) con 9.79.

Para culminar con el análisis de los parámetros, se analizó la Temperatura del compost resultante, en la Figura 6 se muestran los resultados por investigación, así Rodríguez (2017) presentó el menor valor de las investigaciones analizadas con un valor de 21.87 °C, le siguen Zavala (2019) con 22.3 °C, Rivadeneira (2018) con 23 °C, Rodríguez et al. (2018) con 26.5 °C, Campos et al. (2016) con 30 °C, que se encuentran por debajo del promedio de 31.37 °C. Mientras que el estudio de Cabrera (2018) registró una temperatura de 39 °C y el de Mejía y Ramos (2019) presentó el mayor registro de temperatura entre las investigaciones con un valor de 58 °C.



Figura 6. Parámetro de Temperatura, según autores

En resumen, el análisis de los parámetros de calidad del compost, en la relación C/N el valor mínimo fue de 11.03, el valor promedio de 16.17 y el valor máximo de 35. El parámetro de humedad se encontró que el valor mínimo fue de 37%, el valor promedio de 55.32%, y el valor máximo fueron de 100%. El parámetro pH fue de valor mínimo 7, el valor promedio de 7.93 y el valor máximo fue de 9.79. El

parámetro de la temperatura, medido en grados Celsius, el valor mínimo fue de 21.87 °C, el valor promedio fue de 31.37 °C, y el valor máximo fue de 58 °C.

En relación con ello, Zavala (2019) elaboró un compost mediante el método Takakura, donde los parámetros de calidad fueron adecuados, con una temperatura final de 22.3 °C, humedad del 62%, pH de 6.23 resultando ser ácido.

Considerando, lo descrito en la base teórica, evidencia que el compost tendría una buena calidad si al finalizar el proceso tuviera un parámetro de C/N de 10:1 – 15:1, humedad entre 30% y 40%, un pH entre 6.5 – 8.5, una temperatura ambiente (15 °C – 35 °C) (Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina, 2013).

El tercer objetivo específico buscó **identificar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje**, para ello se registraron los parámetros de calidad y los respectivos métodos de compostaje, donde solo 18 de las 24 investigaciones incluidas en la revisión los reportaron.

**Tabla 10.** *Parámetros fisicoquímicos del compost resultante*

<b>Método (Autor)</b>	<b>Parámetros</b>	<b>C/N</b>	<b>Humedad</b>	<b>pH</b>	<b>T (°C)</b>
<b>Parámetros de calidad del compost</b>		<b>10:1 – 15:1</b>	<b>30% - 40%</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	<b>15 – 35</b>
<b>Método Bioabono</b>					
MAISINCHO (2015)		20.78	55.86%	8*	
<b>Método Bocashi</b>					
BEINGOLEA (2021)			39.20%*	8.89	
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA (2020)		22.00	60%	7*	75
REQUENA Y ENCISO (2022)		15.20	49%	8.26	
<b>Método Co-compostaje</b>					
MEJÍA Y RAMOS (2019)		7.38		8.86	65
<b>Método Compostaje</b>					
MEJÍA Y RAMOS (2019)		21.38		9.13	52
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA (2020)		35.00	60%	6.9*	75
<b>Método de Em-Compost</b>					
ILIQÚIN (2014)		10.12*	60.13%	7.5*	
ILIQÚIN (2014)		10.12*	53.77%	7.5*	
<b>Método de Microorganismos de Montaña</b>					
CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2016)			37%*	7.01*	30*

CHAVES, CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2019)		60%	7.43*	
<b>Método Lombricultura</b>				
BUSTOS (2019)			7.45*	
MAISINCHO (2015)	17.66	43.87%	7.42*	
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA (2020)	35.00	75%	7.5*	25*
RIVERA (2018)		100%	7.82*	29.25*
<b>Método Pellets</b>				
CHAVES, CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2019)		57%	7.1*	
<b>Método Takakura</b>				
BEINGOLEA (2021)		53.10%	9.79	
BUSTOS (2019)			8.55	
CABRERA (2018)			7.91	39
CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2016)		37%*	7.5*	30*
CASTAÑEDA Y PALOMINO (2018)		60.11%	7.6*	
CHAVES, CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2019)		51%	7.02*	
HERNÁNDEZ, TORRES Y RAMÍREZ (2015)			9.1	
ILIQUÍN (2014)	11.03*	46.65%	7.5*	
MAISINCHO (2015)	13.93*	50.55%	7.3*	
MEJÍA Y RAMOS (2019)	13.74*		7.84*	58
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA (2020)	35.00	60%	7*	
REQUENA Y ENCISO (2022)	11.06*	39%*	7.98*	
RIVADENEIRA (2018)	19.57		8.61	23.00*
RIVERA (2018)		100%	7.92*	30.25*
RODRÍGUEZ (2017)	14*	43.86%	7.4*	21.87*
RODRÍGUEZ, MONESTEL Y VÍQUEZ (2018)		63%	8.5*	26.5*
ZAVALA (2019)		68%	7.76*	22.3*
<b>Método Testigo</b>				
ILIQUÍN (2014)	10.4*	43.19%	7.5*	
<b>Método Vermi-compostaje</b>				
CABRERA (2018)			8.5*	39
MEJÍA Y RAMOS (2019)	6.00		8.01*	

\* Valores adecuados, que se encuentran dentro de los parámetros del compost.

En la Tabla 10 se muestran los diferentes métodos de compostaje que analizaron las investigaciones, identificando un total de 11 métodos diferentes. **En relación con el parámetro de relación C/N**, el método de Lombricultura y Takakura obtuvieron un valor de 35:1, el máximo valor registrado. Sin embargo, los valores adecuados de acuerdo con Román et al. (2013) el rango adecuado de este parámetro se encuentra entre 10 y 15, y la mayoría de las investigaciones que

reportan este parámetro dentro de estos valores son los que lo probaron en el método Takakura; entre ellos están: Iliquín (2014), Maisincho (2015), Mejía y Ramos (2019), Requena y Enciso (2022), Rodríguez (2017).

**Respecto al parámetro de humedad**, nuevamente el método de Lombricultura y el Takakura obtuvieron un valor del 100% en la investigación de Rivera (2018); pero este no es la humedad adecuada. Considerando que los valores de humedad adecuada están en el rango de 30% - 40%, en este caso, de igual forma, en el método Takakura tiene el mayor número de investigaciones con el registro de la humedad adecuada: Campos et al (2016) y Requena y Enciso (2022); además también en Campos et al. (2016) con en el método de microorganismos de montaña obtuvo un parámetro adecuado e igual a 37%.

**De acuerdo con el parámetro de pH**, el método Takakura en la investigación de Beingolea (2021) obtuvo el valor máximo registrado de 9.79; sin embargo, el rango adecuado de este parámetro se encuentra entre 6.5 y 8.5. De las investigaciones que registraron su valor, en el método Takakura se encontraron más valores adecuados registrados dentro del rango adecuado, un 7.5 en las investigaciones de Campos et al. (2016) e Iliquín (2014), 7.02 en Chaves et al. (2019), 7.6 en Castañeda y Palomino (2018), 7.3 en Maisincho (2015), 7.4 en Rodríguez (2017), 7.84 en Mejía y Ramos (2019), 7.92 en Rivera (2018), 7.98 en Requena y Enciso (2022), 7.76 en Zavala (2019), 8.01 en Mejía y Ramos (2019), 8.5 en Cabrera (2018) y Rodríguez et al. (2018).

Finalmente, **el parámetro de temperatura** en el método Bocashi y Takakura registraron un valor de 75 °C en el informe del Ministerio del Ambiente y Agua (2020), le siguió el método de co-compostaje con un registro de 65 °C (Mejía y Ramos, 2019). Sin embargo, la temperatura adecuada de acuerdo con Román et al. (2013) es de 15 a 35 °C o temperatura ambiente. Las investigaciones que trataron del método Takakura evidencian mayor cantidad de registros de temperatura dentro del rango adecuado, con 21.87°C la investigación de Rodríguez (2017), 22.3 °C en Zavala (2019), 23 °C en Rivadeneira (2018), 26.5 °C en Rodríguez et al. (2016), 30°C en Campos et al. (2016), y 30.25 °C en Rivera (2018).

En general, del total de las investigaciones, el estudio de Rodríguez (2017) logró obtener un compost con todos sus parámetros dentro de los rangos adecuados y

mediante el método Takakura; además de Requena y Enciso (2022) solo que no logró registrar el parámetro de temperatura, pero el resto de los parámetros también se encuentra dentro del rango de calidad.

En síntesis, los resultados se identificaron que, el método de Lombricultura y Takakura obtuvieron un valor de 35:1 en la relación C/N. los métodos de Lombricultura y el Takakura obtuvieron un valor del 100% de humedad en la investigación de Rivera (2018). Los métodos Takakura y compostaje obtuvieron un valor de pH superiores al límite de 8.5 (recomendado por JICA, 2020) en la investigación de Beingolea (2021) un valor de 9.79, y Mejía y Ramos (2019) registraron un valor de 9.13, respectivamente.

Considerando que el rango ideal de la relación C/N, de acuerdo con la JICA (2020), en el compost es de 10:1 a 15:1, las investigaciones que evaluaron este parámetro del compost resultante y registraron valores dentro de este rango fueron: Requena y Enciso (2022) en el método Takakura (11.06) y el método Bocashi (15.20), Mejía y Ramos (2019) con el método Takakura (13.74), Rodríguez (2017) con el método Takakura (14:1)., Maisincho (2015) con el método Takakura (13.93), Iliquín (2014) con el método Takakura (11.03), Em-compost (10.12), y Testigo (10.4).

Ahora bien, la JICA (2020) respecto al rango ideal del parámetro de humedad señala que oscila entre el 30% y 40%, y donde Requena y Enciso (2022) encontraron una humedad resultante de 39% en el método Takakura. Respecto al pH, las 24 investigaciones identificaron valores superiores al 6.5 mínimo recomendado por la JICA (2020); sin embargo, existieron algunos que sobrepasaron el límite superior de 8.5, haciendo del suelo una composición más alcalina. Como en Requena y Enciso (2022) con el método Takakura (7.98) y Bocashi (8.26); Beingolea (2022) con los métodos Takakura (9.79) y Bocashi (8.89); Bustos (2019) en el método Takakura (8.55); Mejía y Ramos (2019) con los métodos de Compostaje (9.13), Co-compostaje (8.86), y Vermi-compostaje (8.01); Rivadeneira (2018) en el método Takakura (8.61); y Hernández et al. (2015) en el método Takakura (9.1).

En el parámetro de temperatura, lo recomendado por la JICA (2020) fue la temperatura ambiente, es decir entre 15 °C y 35 °C, las siguientes investigaciones reportaron temperaturas dentro de este rango: Ministerio del ambiente y Agua

(2020) con el método de la Lombricultura de 25 °C; Zavala (2019) con el método Takakura de 22.3 °C; Rivadeneira (2018) con el método Takakura con 23 °C; Rivera (2018) con el método Takakura de 30.25 °C, y la Lombricultura con 29.25 °C; Rodríguez et al. (2018) con el método Takakura con una temperatura de 21.87 °C; y Campos et al. (2016) tanto con el método Takakura como el Método de Microorganismos de Montaña con un registro de temperatura de 30 °C.

El cuarto objetivo específico buscó **identificar la composición del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje**, con ello se analizará el tiempo necesario para elaborarlo, la conductividad eléctrica y los macro y micronutrientes del compost, con ello se conocerá la efectividad del compost obtenido por el método Takakura frente a los otros métodos.

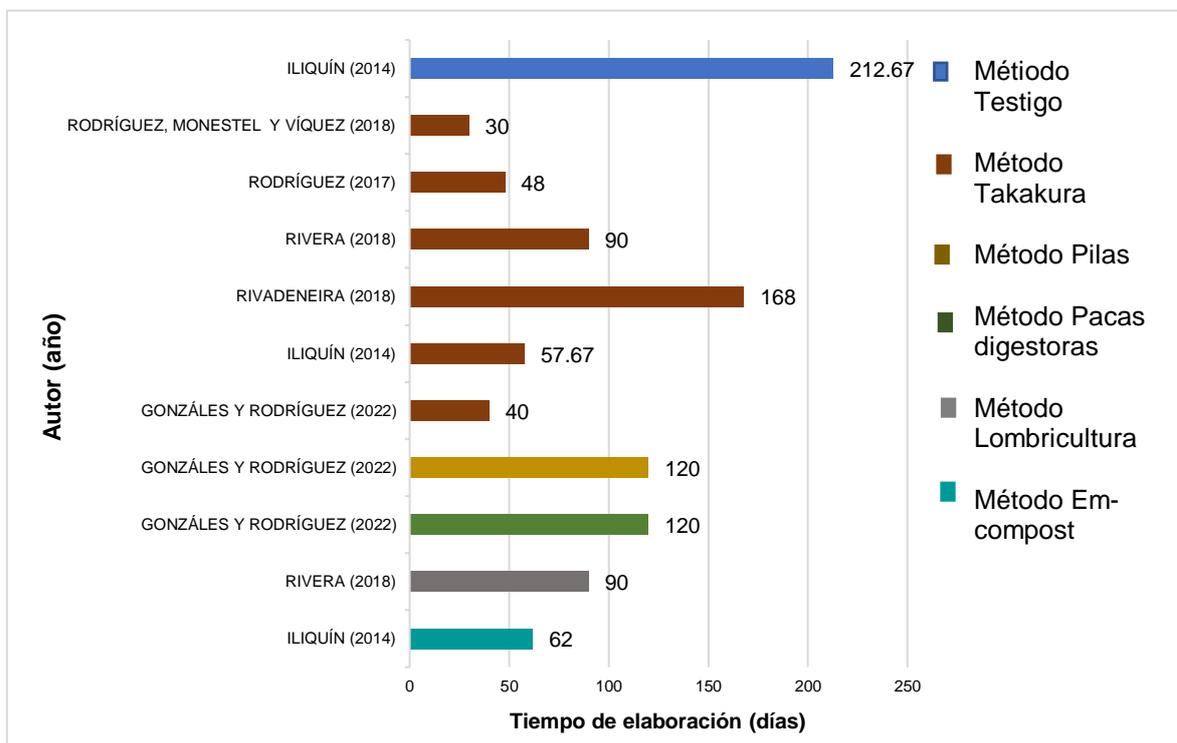


Figura 7. Tiempo de elaboración del compost, según autores y métodos

En la Figura 7 se representa el tiempo de elaboración del compost, de acuerdo a los diferentes métodos de compostaje, en él puede observarse que, Iliquín (2014) que aplicó el método testigo, presenta el mayor tiempo de elaboración igual a 213 días; por el contrario, el método Takakura en promedio de las investigaciones

consideradas le lleva un tiempo de 72 días; pero en la investigación de Rivadeneira (2018) el periodo se extendió y llegó a un máximo de 168 días, debido a que buscó muestrear continuamente el avance de la maduración del compost.

Otro de los métodos con corto periodo de maduración fue el Em-compost, dado que en la investigación de Iliquín (2014) registró un periodo de maduración de 62 días, incluso menor al promedio de días del Takakura. En cuanto al método Pilas y Pacas digestoras que se utilizaron en la investigación de González y Rodríguez (2022) alcanzaron un tiempo de 120 días; por último, el método de lombricultura, tardó un total de 90 días.

Respecto a la composición final del compost, en la Tabla 11 se observa los registros del compost resultante de las diferentes investigaciones, en este caso de 13 de las 24 analizadas. Reconociendo que los macronutrientes son el Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K), de acuerdo con Román et al. (2013) que establece los valores estándar de estos componentes, no todas las investigaciones lograron las cantidades adecuadas en sus fórmulas de compost.

En su mayoría, aquellos investigadores que aplicaron el método Takakura, identificaron parámetros de los macronutrientes dentro del rango adecuado; en total de cinco investigaciones, en Castañeda y Palomino (2018): 14.8 g/Kg de N, 1.4 g/Kg de P; en Iliquín (2014): 1.07% de N, 0.62% de P; Maisincho (2015): 1.46% de N, 0.27% de P, 0.40% de K; en Mejía y Ramos (2019): 1.04% de N, 0.97% de P; Rivadeneira (2018): 0.45% de P; y Rivera (2018): 0.45% de P; Rodríguez (2017): de 1.28% de N.

Los micronutrientes del compost son; el molibdeno (Mo), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y azufre (S), muy pocas fueron las investigaciones que registraron sus valores finales. Considerando que las investigaciones con valores adecuadas pertenecen al método Takakura.

Respecto a la conductividad eléctrica, mientras más baja sea, será mejor indicador de calidad de compost; esto debido a que permite controlar de mejor forma la fertilización, en este caso las investigaciones de Rivera (2018), Rivadeneira (2018), y Castañeda y Palomino (2018) obtuvieron compost con el método Takakura; de igual forma el compost resultante del método Lombricompost en el estudio de Rivera (2018).

Tabla 11. Composición de macronutrientes del compost, según métodos y autores

Etiquetas de fila	N	P	K	Mo	Ca	Mg	S	Conductividad Eléctrica
<b>Roman et al. (2013)</b>	0.3% - 1.5% 3 – 15 g/Kg	0.1% - 1% 1 – 10 g/Kg	0.3% - 1% 3 – 10 g/Kg					< 1 dS/m
<b>Método bioabono</b> MAISINCHO (2015)	1.69%	0.45%*	0.95%*		7.53%	1.48%		7.36 dS/m
<b>Método Bocashi</b> BEINGOLEA (2021) REQUENA Y ENCISO (2022)	2.87%	3.64% 1.52%	0.68%* 1.04%	51.63% 46.10%	3.41%	1.19%	1.02%	47.28 dS/m 2640
<b>Método Co-compostaje</b> MEJÍA Y RAMOS (2019)	2.33%	1.86%	4.22%	55.26%				4.57
<b>Método Compostaje</b> MEJÍA Y RAMOS (2019)	0.81%*	0.80%*	0.48%*	73.95%				4.43
<b>Método de Em-Compost</b> ILIQUEÍN (2014)	1.31%*	0.54%*						5.02 dS/m
<b>Método Lombricompost</b> RIVERA (2018)	2.48%	0.06%*	1.88%		0.26%	0.001%		1.07 dS/m
<b>Método Lombricultura</b> MAISINCHO (2015)	1.17%*	0.25%*	0.52%*		4.35%	1.44%		9.6 dS/m
<b>Método Takakura</b> BEINGOLEA (2021) CABRERA (2018) CASTAÑEDA Y PALOMINO (2018) HERNÁNDEZ, TORRES Y RAMÍREZ (2015) ILIQUEÍN (2014) MAISINCHO (2015)	62.62%   0.013552% 1.07%* 1.46%*	1.61%  1.20% 0.62%* 0.27%*	0.16%  0.60% 0.40%*	41.26%	4.14%	1.44%		2.105 dS/m 2.96 16 4.85 dS/m 7.74 dS/m

MEJÍA Y RAMOS (2019)	1.04%*	0.97%*	1.37%	52.71%				2.19
REQUENA Y ENCISO (2022)	0	1.62%	1.10%	35%	3.98%	1.36%	1.28%	1836.45
RIVADENEIRA (2018)	1.48%	0.14%*	0.000746%	168	0.103889%	0.098333%		0.230 dS/m*
RIVERA (2018)	3.15%	0.45%*	2.90%		0.12%			0.180 dS/m*
RODRÍGUEZ (2017)	1.28%*			30.35%				
ZAVALA (2019)				14.10%				12.3 dS/m
<b>Método Testigo</b>								
ILIQUÍN (2014)	1.02%*	0.44%*						4.23 dS/m
<b>Método Vermi-compostaje</b>								
CABRERA (2018)				33.22%				2.34
MEJÍA Y RAMOS (2019)	2.34%	2.00%	3.76%	25.33%				0.56

\* Cantidades adecuadas en la composición del compost

A partir del análisis de los micro y macronutrientes, se puede evidenciar que aquellas investigaciones que incluyeron el método Takakura obtuvieron un compost de mejor calidad, siendo este más efectivo en comparación con los otros métodos, primero por un periodo más corto de elaboración, propiedades fisicoquímicas una composición adecuada, dentro de los rangos considerados de calidad.

En general, los parámetros adecuados de las investigaciones mencionadas corresponden a los rangos adecuados señalados por Román et al. (2013) en su Manual del Agricultor; es así se comprobó que el método Takakura es el más efectivo frente a otros métodos de compostaje.

El resultado concuerda con lo encontrado por Chaves et al. (2018) y Zavala (2019), puesto que evaluaron el compost resultante del método Takakura, que efectivamente cumplía con los parámetros de calidad del compost, pero además el primer grupo de autores comprobó que tiene una efectividad del 81% en comparación con los del Microorganismos de Montaña y Pellets.

En relación con el **objetivo general que buscó la evaluación de la efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática, 2014 – 2022**, del total de las investigaciones, 17 de ellas registraron valores de sus respectivos parámetros fisicoquímicos y su composición.

**Tabla 12.** Efectividad del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje

Autor (año)	Métodos de compostaje	Composición del compostaje								Parámetros fisicoquímicos			
		Mo	N	P	K	Ca	Mg	S	Conductividad Eléctrica	C/N	Humd	pH	T°
REQUENA Y ENCISO (2022)	Método Takakura*	35%		1.62%	1.10%	3.98%	1.36%	1.28%	1836.45	11.06*	39%*	7.98*	
	Método Bocashi	46.10%		1.52%	1.04%	3.41%	1.19%	1.02%	2640	15.2	49%	8.26*	
BEINGOLEA (2021)	Método Takakura	62.62%	2.12%	1.61%	0.16%				21.05 mS/cm		53.1%	9.79	
	Método Bocashi*	51.63%	2.87%	3.64%	0.68%				47.28 mS/cm		39.2%*	8.89	
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA (2020)	Método Takakura*									35	60%	7*	
	Método Compostaje									35	60%	6.9*	75
	Método Lombricultura									35	75%	7.5*	25*
	Método Bocashi									22	60%	7*	75
BUSTOS (2019)	Método Takakura*											8.55	
	Método Lombricultura											7.45*	
CHAVES, CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2019)	Método Takakura*										51%	7.02*	
	Método de Microorganismos de Montaña (MM)										60%	7.43*	
	Método Pellets										57%	7.1*	
MEJÍA Y RAMOS (2019)	Método Takakura*	52.71%	1.04%*	0.97%*	1.37%				2.19	13.74*		7.84*	58
	Método Compostaje	73.95%	0.81%*	0.80%*	0.48%*				4.43	21.38		9.13	52

	Método Vermi-compostaje	25.33%	2.34%	2%	3.76%				0.56	6		8.01*	
	Método Co-compostaje	55.26%	2.33%	1.86%	4.22%				4.57	7.38		8.86	65
ZAVALA (2019)	Método Takakura*	14.10%							12.3 dS/m		68%	7.76*	22.3*
CABRERA (2018)	Método Takakura	41.26%							2.96			7.91*	39
	Método Vermi-compostaje*	33.22%							2.34			8.5*	39
CASTAÑEDA Y PALOMINO (2018)	Método Takakura*			1.20%	0.60%				16		60.11%	7.6*	
RIVADENEIRA (2018)	Método Takakura*	76.30%	14.8g/Kg	1.4 g/Kg	7.46ppm	1038.89ppm	983.3ppm		2.30 mS/cm	19.57		8.61	23*
RIVERA (2018)	Método Takakura*		3.15%	0.45%*	2.90%	0.12%	0.002%		1.80 S/cm		100%	7.92*	30.25*
	Método Lombricompost		2.48%	0.06%	1.88%	0.26%	0.001%		1.07 S/cm		100%	7.82*	29.25*
RODRÍGUEZ (2017)	Método Takakura*	30.35%	1.28%							14*	44%	7.4*	21.87*
CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2016)	Método Takakura*										37%*	7.5*	30*
	Método de Microorganismos de Montaña (MM)										37%*	7.01*	30*
HERNÁNDEZ, TORRES Y RAMÍREZ (2015)	Método Takakura*		1.3552%									9.1	
MAISINCHO (2015)	Método Takakura*		1.46%*	0.27%*	0.40%*	4.14%	1.44%		7.74 dS/m	13.93*	51%	7.3*	
	Método bioabono		1.69%	0.45%*	0.95%*	7.53%	1.48%		7.36 dS/m	20.78	56%	8*	
	Método Lombricompost		1.17%*	0.25%*	0.52%*	4.35%	1.44%		9.6 dS/m	17.66	44%	7.42*	
ILIQÚIN (2014)	Método Takakura		1.07%*	0.62%*					4.85 dS/m	11.03	47%	7.5*	
	Método de Em-Compost*		1.31%*	0.54%*					5.02 dS/m	10.12*	60%	7.5*	
	Método Testigo		1.02%*	0.44%*					4.23 dS/m	10.4*	43%	7.5*	
ILIQÚIN (2014)	Método Takakura		1.07%*	0.62%*					4.85 dS/m	11.03*	47%	7.5*	
	Método de Em-Compost*		1.31%*	0.54%*					5.02 dS/m	10.12*	54%	7.5*	

\*Valores que se encuentran dentro del rango adecuado para el compost.

\* Método de compostaje con el que puede obtenerse un compost de mejor calidad.

De acuerdo con la Tabla 12, del total investigaciones que se analizan, 13 de ellas concluyen que el método Takakura tiene los mejores parámetros de calidad del compost resultante, con ello se concluye que es el método más efectivo, en comparación con los otros métodos de compostaje.

## V. CONCLUSIONES

- Los residuos orgánicos más utilizados para la elaboración del compost mediante el método Takakura, se diferencian de acuerdo con las mezclas que la conforman, en la solución dulce fue el yogurt y la levadura; en la solución salada fue la cáscara de verduras y frutas, y en la semilla de Takakura fue la cáscara de arroz, harina, hojarasca y afrecho.
- Los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del método Takakura, en promedio, se ubicaron dentro de los valores adecuados: C/N: 16.17, pH: 7.93, y Temperatura 31.37 °C, y la humedad: 55.32%, muy cerca del límite superior.
- Los parámetros fisicoquímicos del método Takakura fueron mejores a los que se obtuvieron en investigaciones que utilizaron otros métodos de compostaje, pues la relación C/N se mantuvo entre 10 y 15, el pH entre 6.5 y 7, la humedad entre 30% y 40%, y la temperatura entre 15 °C y 35 °C.
- El compost obtenido por el método Takakura tuvo un 90% de parámetros más cerca a los rangos adecuados, en comparación con los otros métodos de compostaje.
- Se identificó que las investigaciones revisadas que aquellos investigadores que elaboraron compost con el método Takakura es más efectivo que a diferencia de otros métodos, de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos y la composición de micro y macronutrientes del compost.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Ampliar la investigación a otros tipos de métodos de compostaje, incluyendo otros parámetros de calidad como la concentración de oxígeno, densidad, y materia orgánica, así como también la ampliación de la zona de estudio a nivel mundial, con el propósito de incrementar el número de investigaciones incluidas en la revisión.
- Desarrollar investigaciones aplicadas experimentales, entre los diferentes métodos de compostaje con el fin de caracterizarlos y conocer los rangos de variabilidad en las características del compost elaborado.
- Establecer los parámetros de calidad de los compost orgánicos y artificial, además de comparar su efectividad directamente en el campo.

## REFERENCIAS

- ALVARADO, Tatiana. y RANGEL, Shirley. Revisión de estrategias sostenibles para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las organizaciones. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(2): 2020. 76-94 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.23850/24220582.3141>
- ARANA, Franco. Guía de agua en el Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C.: ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P., 2020. 39 pp.
- ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. Arequipa: Enfoques consulting EIRL, 2021. 133 pp. ISBN: 978-612-48444-2-3.
- BABU, Renju, PRIETO, Patricia, y RENE, Eldon. Strategies for resource recovery from the organic fraction of municipal solid waste. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100098>
- BARTHOD, Justine, RUMPEL, Cornelia y Dignac, Marie. Composting with additives to improve organic amendments. A review. *Agronomy for Sustainable Development* [en línea]. 2018, n.o. 38. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0491-9>
- BEINGOLEA, Katia. Eficiencia del método Takakura y Bocashi en el compostaje de residuos orgánicos de restaurantes en la urbanización Enace Ayacucho, 2021. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: UCV, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2021. 54 pp.
- BONILLA, Ximena y URBINA, Jennifer. Estudio comparativo de dos técnicas de descomposición de los residuos orgánicos del restaurante-cafetería del campus José Ruben Orellana. Trabajo de titulación (Tecnóloga en agua y saneamiento ambiental). Quito: Escuela politécnica Nacional. 2020. 57 pp.
- CABRERA, Wilson. Empleo de lixiviados para compostar los residuos sólidos orgánicos domiciliarios de la ciudad de Sucúa, mediante las técnicas de Takakura y de Vermicompostaje. Trabajo de titulación (Ingeniero en biotecnología ambiental). Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo. 2018. 116 págs.

CHAVES, Raizeth, CAMPOS, Rooel, BRENES, Laura y JIMÉNEZ, María. Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica [en línea]. Enero-Marzo 2019, n.o. 1. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i1.4117>

CLIMA de cambios PUCP. PUCP. 21 de mayo de 2018. Disponible en: <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/aprende-a-hacer-compost-casero/>

DELGADO, Jhon. Formulación de una propuesta para la generación de bioabono a partir de residuos orgánicos producidos en plazas de mercado. Estudio de caso: Municipio de Guachetá, Cundinamarca". Trabajo de investigación (Ingeniero Ambiental). Bogota: Universidad El Bosque, Facultad de ingeniería. 2021. 94 págs.

Peruanos generamos 21 mil toneladas diarias de basura [en línea. El Peruano. 16 de mayo del 2021. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2022]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-debasura>

ESTRADA, Elia, GAMBOA, Tiffany, SZTERNBERG, Denise y WARRIN, Antonia. BIOCOP, diseño de una solución eco amigable e inteligente para el manejo de residuos orgánicos en el hogar. 2020. *Revista IDI*, 2 (2): 22-31 pp. - <https://revistas.tec.ac.cr/idi/article/download>

FAO. Mejoramiento del suelo. Roma: FAO. 2000. Disponible en: <https://www.fao.org/3/v5290s/v5290s30.htm>

GALLEGO, Luz, y RIVERA, Cristhian. Formulación de una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos como aporte a una gestión ambiental sostenible. Trabajo de investigación (Ingeniero Ambiental). Bogotá: Universidad El Bosque, Facultad de ingeniería. 2019. 133 págs.

INSTITUTO de estrategias del medio ambiente grupal. Compostaje para la reducción de residuos juego de informaciones. Hirano: JICA, 2010. 30 pp. Disponible en: [https://www.jica.go.jp/kyushu/office/ku57pq000009v1mc-att/comp\\_kit\\_low.pdf](https://www.jica.go.jp/kyushu/office/ku57pq000009v1mc-att/comp_kit_low.pdf)

KAZA, Silpa, YAO, Lisa C., BHADA-Tata, Perinaz y VAN WOERDEN, Frank. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 [en línea]. Washington, D.C.: World Bank, 2018. 295 pp. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. Sexta edición. México D.F.: McGrawHill, 2014. 634 pp.

KIHILA, Jacob, WERNSTED, Kris y KASEVA, Mengiseny. Waste segregation and potential for recycling – A case study in Dar es Salaam City, Tanzania. Sustainable environment [en línea]. 2021, n.o. 1. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/27658511.2021.1935532>

LARA, Deisy, y VELÁSQUEZ, Luis. Propuesta para el manejo a los residuos sólidos generados en la plaza de mercado del casco urbano del municipio de la mesa Cundinamarca. Tesis (Especialista en gerencia ambiental). Bogotá D.C.: Universidad Libre, Instituto de Posgrado, 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10901/10397>

Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales [en línea]. Ecuador: Ministerio del ambiente y agua, 2020. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/uploads/2020/07>

MARTINEZ, Giseth, y MORA, Raul. Recuperación de la fertilidad de suelos degradados a través del aporte del abono adquirido por método de compost Takakura en el ambiente natural del bosque seco tropical de la universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, norte de Santander. Tesis (Ingeniero ambiental). Ocaña- Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de ciencias agrarias y del ambiente, 2020. 91 pp.

MEDINA, R. y VALDIVIA, L. (2020). Análisis del aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la fabricación de productos fertilizantes naturales en la ciudad de Arequipa. Tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo. 67pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12590/16545>

MENDOZA Jose. Diseño de un proceso para la obtención de un abono orgánico para cacao a partir de los residuos sólidos generados en la empresa Gamafi ubicada en el cantón la concordia parroquia las Villegas. Trabajo de titulación

(Ingeniero Químico). Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo. 2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13961>

MOHAMED, H.S., TUAN, T.N., MOHAMED, M.Z., y MOHAMED, F. Food waste solution at home: conventional and rapid composting techniques. Food Research [en línea] 2020, n.o. 4. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2022]. Disponible en: [https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/\\_1\\_\\_fr-cafei-016\\_mohamed\\_raimi.pdf](https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_1__fr-cafei-016_mohamed_raimi.pdf)

MÖLLER, Kurt. Assessment of alternative phosphorus fertilizers for organic farming: compost and digestates from urban organic wastes. Fact sheet [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2022]. Disponible en: [https://improve-p.uni-hohenheim.de/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/moeller2016-Factsheet\\_compost\\_and\\_digestates.pdf](https://improve-p.uni-hohenheim.de/fileadmin/_migrated/content_uploads/moeller2016-Factsheet_compost_and_digestates.pdf)

MUÑOZ, M., SANTOS, R. y CÁRDENAS, T. (2019). Residuos sólidos urbanos en la ciudad del Carmen, Manabí, Ecuador. Análisis del sistema de gestión. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 5(2): 702-713 pp. ISSN: 2477- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343795>

NORIEGA, Rosvert, y PEÑA, Rosali. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios para la producción de compost en el caserío Bajo Potrerillo, provincia de San Ignacio. Tesis (Ingeniero Ambiental) Chiclayo: UCV, Facultad de ingeniería. 2020. 32 págs.

ORCCOSUPA, Cinthya, y ORCCOSUPA, Kelly. Aprovechamiento de residuos orgánicos y su implementación de procesos sustentables en La Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi” - 2020”. Tesis (Licenciado en ciencias militares con mención en administración). Escuela militar de chorrillos Coronel Francisco Bolognesi. 2020. 82 págs.

PON, Jordi. Taller Regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. Caso 4: Residuos. San José, Costa Rica. Organización de las Naciones Unidas. 2019. Disponible en: [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion\\_de\\_residuos\\_-\\_jordi\\_pon.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion_de_residuos_-_jordi_pon.pdf)

RIVERA, Sindy. Evaluación de modelos de composteras domiciliarias y métodos de compostaje, para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Chiquimula, Guatemala, 2018". Trabajo de graduación (Licenciada en Ingeniera en Gestión Ambiental local). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala centro universitario de oriente. 2018. 59 págs.

RODRIGUEZ, Ariana, MONESTEL, Jenifer, y VÍQUEZ, Greilyn. Implementación de un Proyecto de Gestión Ambiental para el aprovechamiento y reducción de los residuos orgánicos generados por tres empresas del GAM. Tesis (Licenciatura en ingeniería en salud ocupacional y ambiente). Costa Rica. Universidad Técnica Nacional, 2018. 107 pp.

RODRÍGUEZ N.I., (2017). Influencia del uso de residuos orgánicos de domicilios, mercados y jardinería, en la calidad y eficiencia del compost Takakura, Laredo – 2017. Tesis (Título profesional de: Ingeniera Ambiental). UCV. 77 pp.

ROMAN, Pilar, MARTÍNEZ Maria, y PANTOJA Alberto. Manual de compostaje del agricultor-Experiencias en América Latina [en línea]. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

SEGURA, Ángela, ROJAS, Luis, y PULIDO, Yeffer. Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. Revista Espacios [en línea]. 2020, n° 17 [Fecha de consulta 16 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

SUNI, Lucia. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado mayorista metropolitano Río Seco – La Parada. Cerro Colorado. Tesis (maestro en Ciencias, con mención en Gerencia, Auditoría y Gestión Ambiental). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2018. 119 págs.

SZANTÓ, Marcel. Guía para la preparación, evaluación y gestión de proyectos de residuos sólidos domiciliarios. Documentos de proyectos e investigación. Santiago: CEPAL, 1998. 488 pp. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/31157>

Tkakura composting method. JICA (Environmental Management (JICA Clean City Initiative)). 2020. Disponible en:

[https://www.jica.go.jp/english/our\\_work/thematic\\_issues/management/study\\_takakura.html](https://www.jica.go.jp/english/our_work/thematic_issues/management/study_takakura.html)

TORRES, Yolanda. “Aprovechamiento de los residuos orgánicos y la implementación de bio - huertos domiciliarios en el asentamiento humano Millpo Ccachuana del distrito de Ascensión - Huancavelica”. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención: Ecología y Gestión Ambiental). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. 174 págs. Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1965>

VARGAS, Oscar, TRUJILLO, Juan y TORRES, Marco. El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. Orinoquia [en línea]. 2019, n.o. 2. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/896/89662922013/html/>

VILLEGAS, Víctor, y LAINES, José. Vermicomposting: I progress and strategies in the treatment of organic solid waste. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea]. 2017, n.o. 2. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n2/2007-0934-remexca-8-02-393-en.pdf>

VILLA, Addely. Efecto de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios sobre la optimización del compostaje en el C.P. de Huari - Huancán – Huancayo. Tesis (Ingeniera Forestal y Ambiental). Perú: Universidad nacional del centro del Perú- Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. 2021. 31 págs.

WITHMARS, Lorraine, HAGGAR, Paul y THOMAS, Merryn. Waste Reduction Behaviors at Home, at Work, and on Holiday: What Influences Behavioral Consistency Across Contexts? Frontiers in Psychology [en línea]. Diciembre, 2018. [Fecha de consulta: 20 de julio 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02447>

ZAVALA, Renato. Compostaje con el método Takakura para reducción de residuos orgánicos del Pueblo Joven San Borja. Tesis (Ingeniero Ambiental). Chiclayo: UCV, Facultad de ingeniería. 2019. 54 págs.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de categorización

PROBLEMAS	OBJETIVOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CÓDIGOS
<p><b><u>Problema general</u></b></p> <p>¿Cuál es la efectividad de método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática 2014 – 2022?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Evaluar la efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compostaje en Latinoamérica: revisión sistemática, 2014 – 2022.</p>	Efectividad del Método Takakura	Residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución dulce</li> <li>• Solución salada</li> <li>• Semilla Takakura</li> </ul>
<p><b><u>Problemas específicos:</u></b></p> <p>¿Cuáles son los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración de compostaje de acuerdo con el método Takakura?</p>	<p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <p>Identificar los residuos orgánicos más utilizados en la elaboración del compostaje de acuerdo con el método Takakura.</p>		Parámetros fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación C/N</li> <li>• pH</li> <li>• Humedad</li> <li>• Temperatura</li> </ul>
<p>¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del método Takakura?</p>	<p>Analizar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante del Método Takakura.</p>		Métodos de compostaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método Bioabono</li> <li>• Método Bocashi</li> <li>• Método Co-compostaje</li> <li>• Método Compostaje</li> <li>• Método de Em-Compost</li> <li>• Método de Microorganismos de Montaña (MM)</li> <li>• Método Lombricultura</li> <li>• Método Pellets</li> <li>• Método Testigo</li> <li>• Método Vermi-compostaje</li> </ul>

<p>¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje?</p>	<p>Identificar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje.</p>		<p>Composición del compostaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de duración</li> <li>• % Fósforo</li> <li>• % Nitrógeno</li> <li>• % Potasio</li> <li>• % Molibdeno</li> <li>• % Calcio</li> <li>• % Magnesio</li> <li>• % Azufre</li> <li>• Conductividad eléctrica</li> </ul>
<p>¿Cuáles son los componentes del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje?</p>	<p>Identificar la composición del compost resultante de los diferentes métodos de compostaje.</p>			







6	MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA (2020)	MANUAL DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS MUNICIPALES.	NA	REVISTA	Método Takakura						25 -35:1	40%-60%	Neutro (7)	pH	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	METODO TAKAKURA	Ministerio del Ambiente y Agua				
					Método Compostaje					25 -35:1	40%-60%	pH<7	45 C° - 75 C°	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND	METODO COMPOSTAJE		
					Método Lombricultura					25 - 35:1	75%	6.5 - 7.5	15 C° - 25 C°	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND	METODO LOMBRICULTURA		
					Método Bocashi					20 - 22:01		pH aprx. Al C° - < 7.5 C°	> 50 C° - < 75 C°	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND	METODO BOCASHI		
7	BUSTOS (2019)	MEDICION DEL DIOXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE Y EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE TAKAKURA Y LOMBRICULTURA EN EL CENTRO INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LOJA.	LOJA - ECUADOR	TESIS	Método Takakura	Azúcar		Sal			ND	ND	8.55	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	METODO TAKAKURA	Repositorio Universidad Nacional de Loja				
					Método Lombricultura	Levadura	25gramos	Cáscaras de frutas	Cáscaras de verduras																						
8	CHAVES, CAMPOS, BRENES Y JIMÉNEZ (2019)	COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES DEL RESTAURANTE INSTITUCIONAL DEL TECNOLÓGICO DE COSTA RICA (UBICADO EN LA PROVINCIA DE COSTA RICA.	RESTAURANTE INSTITUCIONAL DEL TECNOLÓGICO DE COSTA RICA (UBICADO EN LA PROVINCIA DE CARTAGO)	ARTICULO	Método Takakura						ND	51%	7.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	METODO TAKAKURA	Revista Tecnología en Marcha			
					Método Microorganismos de Montaña									ND	60%	7.43	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND	METODO TAKAKURA
					Método Pellets									ND	57%	7.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND	METODO TAKAKURA
9	MEJÍA Y RAMOS (2019)	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE ASEO DE LOS CANTONES COLTA, ALAUSI Y GUAMOTE, MEDIANTE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS, COMPOSTAJE, CO-COMPOSTAJE, VERMICOMPOSTAJE Y TAKAKURA.	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE ASEO DE LOS CANTONES COLTA, ALAUSI Y GUAMOTE - PROVINCIA DE CHIMBORAZO - ECUADOR	TESIS	Método Takakura	Yogurt					13.74	ND	7.84	58 C°	ND	52.71	1.04	0.97	1.37	ND	ND	ND	ND	ND	2.19	METODO TAKAKURA VENTAJA EN BIOXIDATIVA	Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo				
					Método Compostaje	Salsa de soja no refinada								21.38	ND	9.13	52 C°	ND	73.95	0.81	0.8	0.48	ND	ND	ND	ND		4.43	METODO VERMICOMPOSTAJE		
					Método Vermicompostaje	Hongos								6	ND	8.01	ND	ND	25.33	2.34	2	3.76	ND	ND	ND	ND		0.56	METODO VERMICOMPOSTAJE		
					Método Co-compostaje	Levadura								7.38	ND	8.86	65 C°	ND	55.26	2.33	1.86	4.22	ND	ND	ND	ND		4.57	METODO VERMICOMPOSTAJE		
10	TARAZONA Y GÓMEZ (2019)	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE ABONO A BASE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.	LIMA - PERÚ	TESIS	Método Takakura	Yogurt		Sal			ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND	ND	ND	ND	METODO TAKAKURA	Repositorio Universidad de Lima				
					Método tradicional	Soja																									
11	ZAVALA (2019)	COMPOSTAJE CON EL MÉTODO TAKAKURA PARA REDUCCIÓN DE RESIDUOS ORGANICOS DEL PUEBLO JOVEN SAN BORJA.	PUEBLO JOVEN SAN BORJA, CHICLAYO - LAMBAYEQUE - PERÚ	TESIS	Método Takakura	Restos de alimentos					ND	60 - 62 - 68	6.23 - 7.76 - 8.25	20.5 - 22.3 - 42.5	ND	14.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12.3 dS/m	Método Takakura	Repositorio Universidad César Vallejo					

12	CABRERA (2018)	EMPLEO DE LIXIVIADOS PARA COMPOSTAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS DE LA CIUDAD DE SUCÚA, MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE TAKAKURA Y DE VERMICOMPOSTAJE.	MACAS - ECUADOR	TESIS	Método Takakura	Levadura 11.60gramos Yogurt 1.14litros Cuajo de queso 1.55gramos	Uva 60.73gramos Manzana 48.02gramos Pepinillo 136.43gramos	Aserrín 56.64Kg Hojas de Col 1630.33gramos Nabo 1003.48gramos Naranja 107.15gramos Sal 62.52gramos	56.64Kg 11.34kg 5.67kg	ND	ND	7.91	< 40 C°	ND	41.26%	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.96	METODO VERMICOMPOSTAJE	Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	
					Método Vermicompostaje	Azúcar 752.61gramos	Hojas de Col 1630.33gramos			ND	ND	8.5	< 40 C°	ND	33.22%	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.34			
13	CASTAÑEDA Y PALOMINO (2018)	EVALUACIÓN DEL EFECTO PRODUCTIVO DE UN ABONO NATURAL (TAKAKURA) EN LA SIEMBRA DE ALFALFA (Medicago Sativa V. California 101) EN CAJABAMBA.	CAJABAMBA - CAJAMARCA - PERÚ	TESIS	Método Takakura	Yogurt Levadura Melaza Azúcar	Uva Sal	Cáscara de arroz Afrecho Cal		ND	60.11%	7.6	ND	ND	ND	ND	1.20%	0.60%	ND	ND	ND	16	Método Takakura	Repositorio de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo	
14	RIVADENEIRA (2018)	COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DE LOS MERCADOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE MACAS, MEDIANTE LA TÉCNICA DE TAKAKURA.	MACAS - ECUADOR	TESIS	Método Takakura	Agua 108litros A1: 4200; A2: 7010; A3: 9810 Azúcar 9810 Levadura 108gramos Yogurt 11litros Cuajo de queso 14.39gramos	Agua 108litros S1: 349.26; S2: 582.11; S3: 814.97 Sal 15181.97gramos Manzana 447.1gramos Col 9342.83gramos	Aserrín 171.5Kg Hojas de Col 34.4Kg Harina 17.15Kg		13.15 - 19.57	ND	8.19 - 8.61	> 20%	168	76.30%	14.8g/Kg	1.4g/Kg	7.46ppm	1038.89ppm	983.3ppm	0	2.30 mS/cm	Método Takakura	Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	
15	RIVERA (2018)	EVALUACIÓN DE MODELOS DE COMPOSTERAS DOMICILIARES Y MÉTODOS DE COMPOSTAJE, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2018.	CHIQUIMULA, GUATEMALA	TESIS	Método Takakura	Agua 10litros Queso Levadura	Agua 10litros Cáscaras de verduras Cáscaras de frutas			15	100%	7.81 - 7.82	29.22 - 29.25	90	ND	3.15%	0.45%	2.90%	0.12%	0.002	0	1.80 S/cm	Método Takakura	Repositorio Universidad de San Carlos de Guatemala	
					Método Lombricompost	Yogurt Cerveza Azúcar	Sal 907.19gramos			12	100%	7.9 - 7.92	29.71 - 30.25	90	ND	2.48%	0.06%	1.88%	0.26%	0.001	0	1.07 S/cm			
16	RODRÍGUEZ, MONESTEL Y VIQUEZ (2018)	IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL APROVECHAMIENTO Y REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR TRES EMPRESAS DEL GAM.	NA	TESIS	Método Takakura	Residuos orgánicos 1001.75Kg	Cáscaras de huevo Cáscaras de frutas Cáscaras de verduras Cáscaras de legumbres			ND	63%	8.5	26.5 C°	30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Método Takakura	Repositorio Universidad Técnica Nacional
17	RODRÍGUEZ (2017)	INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE DOMICILIOS, MERCADOS Y JARDINERÍA, EN LA CALIDAD Y EFICIENCIA DEL COMPOST TAKAKURA, LAREDO – 2017.	LAREDO - TRUJILLO - PERÚ	TESIS	Método Takakura	Azúcar 2Kg Agua 45litros Yogurt 2litros Levadura 300gramos	Sal 2Kg Agua 45litros Hojas Cáscaras de frutas Uva Naranja Papaya	Cáscara de arroz 70Kg Hojas de Col 70Kg Harina 30Kg		14/1	43.86	7.4	21.87 C°	48	30.35%	1.28%	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Método Takakura	Repositorio Universidad César Vallejo







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compost en Latinoamérica: revisión sistemática, 2014 – 2022

", cuyo autor es MAZA SOSA JEFFERSON DAVID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo 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.

LIMA, 07 de Setiembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO <b>DNI:</b> 08447308 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3419-7361	Firmado electrónicamente por: JORDONEZ02 el 24- 09-2022 12:34:06

Código documento Trilce: TRI - 0427151