



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Técnicas de compostaje en la obtención de compost orgánico
de residuos agroindustriales azucareros.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Valenzuela Villalobos, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-5064-4731)

Velezmoro Salazar, Angel Aldair (ORCID: 0000-0003-2104-2923)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (ORCID: 0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión y Tratamiento de residuos sólidos.

TRUJILLO – PERU

2020

Dedicatoria

A nuestros padres por su constante apoyo para terminar la carrera universitaria, de igual forma a nuestros hermanos por el cariño mutuo y amor incondicional que nos demuestran día a día.

A toda la familia por compartir junto a ellos alegrías y tristezas en particular a nuestros abuelos; que están siempre con nosotros dándonos consejos de superación, guía de experiencias y ejemplo de vida.

Los autores

Agradecimiento

A Dios nuestro Señor; siendo un ser maravilloso y divino que nos guio en nuestros pasos en cada proceso de nuestra investigación de proyecto y desarrollo de tesis.

A nuestros padres por ser ese motor de salir adelante y darnos su apoyo incondicional en todas las formas posibles que nos brindan su ayuda motivacional y sentimental a cada momento de nuestras vidas.

A nuestro asesor y docente de desarrollo de tesis por ser un maestro y guía para elaborar y obtener como resultado nuestro trabajo de tesis; que nos va ayudar de gran manera para la vida profesional y laboral.

Los autores

Índice de contenidos

| | |
|--|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | vii |
| RESUMEN | vi |
| ABSTRACT | vii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 11 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación:..... | 11 |
| • Diseño de investigación. | 11 |
| 3.2. Escenario de estudio: | 11 |
| 3.3. Participantes:..... | 11 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:..... | 12 |
| 3.5. Procedimiento:..... | 12 |
| • Recolección de datos: | 12 |
| • Búsqueda de fuentes:..... | 13 |
| • Criterios de selección: | 13 |
| • Recursos de información: | 14 |
| 3.6. Rigor Científico: | 14 |
| 3.7. Método de análisis de datos: | 14 |
| 3.8. Aspectos Éticos: | 15 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 15 |
| Resultados de evaluación de la calidad:..... | 19 |
| Análisis de los estudios seleccionados: | 23 |
| V. CONCLUSIONES:..... | 24 |

| | |
|---------------------------|----|
| VI. RECOMENDACIONES:..... | 25 |
| REFERENCIAS:..... | 26 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Cantidad de artículos en la búsqueda de base de datos | 12 |
| Tabla 2: Criterios de inclusión | 13 |
| Tabla 3: Cantidad de artículos de selección con acceso libre | 14 |
| Tabla 4: Matriz de base de datos de los artículos seleccionados..... | 19 |
| Tabla 5: Resultados de análisis del compostaje..... | 23 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Artículos de la búsqueda primaria por año de publicación | 16 |
| Figura 2: Técnicas de compostaje usando residuos agro-azucareros | 17 |
| Figura 3. Tipos de residuos empleados en la obtención de compost..... | 1 |

RESUMEN

La problemática es la acumulación de residuos agroindustriales sin poder tratarlos, estos desechos agrícolas contaminan el medio ambiente; por eso es fundamental reaprovechar estos tipos de residuos para mitigar y minimizar el impacto negativo del cambio climático. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura científica usando bases de datos de acceso libre para caracterizar e identificar las principales técnicas de compostaje en la obtención de compost orgánico de los residuos agroindustriales azucareros; en la metodología se aplicó una serie de etapas sistemáticas usando la búsqueda de base de datos de revistas indexadas de acceso libre de Science Direct, Scielo, Redalyc, Research Gate y Dialnet; los artículos considerados corresponden entre los años 2013 al 2020, en idioma español e inglés. Los resultados muestran los análisis de las diferentes técnicas de compostaje respecto a estos tipos de residuos agroindustriales; donde se evaluó los parámetros como indicadores más sus micro y macronutrientes en la calidad de compost. En conclusión, tenemos que el compostaje en pilas y el vermicompostaje son las dos técnicas más efectivas en calidad y producción de compost orgánico por su alto % de M.O.

Palabras Claves: Compostaje, residuos agroindustriales azucareros, compost orgánico, desechos agrícolas.

ABSTRACT

The problem is the accumulation of agro-industrial waste without being able to treat it, these agricultural wastes pollute the environment; that is why it is essential to reuse these types of waste to mitigate and minimize the negative impact of climate change. The present work aims to carry out a systematic review of the scientific literature using free access databases to characterize and identify the main composting techniques in obtaining organic compost of sugar agro-industrial waste; the methodology applied a number of systematic steps using database search of free access indexed journals from Science Direct, Scielo, Redalyc, Research Gate and Dialnet; the articles considered correspond between the years 2013 to 2020, in Spanish and English. The results show the analyses of the different composting techniques for these types of agro-industrial waste; where the parameters were evaluated as indicators plus their micro and macronutrients in compost quality. In conclusion, we have that stack composting and vermicomposting are the two most effective techniques in organic compost quality and production because of their high % M.O.

Keywords: Composting, sugar agro-industrial waste, organic compost and agricultural wastes.

I. INTRODUCCIÓN.

A nivel global los suelos agrícolas han sido contaminados por agroquímicos y desechos agroindustriales de forma significativa por la acción del hombre y las empresas que han ido degradando el ecosistema (García, 2013, p. 9); en el medio ambiente se encuentran ecosistemas vulnerables, que sufren daños, sin importar las especies que habitan en estos campos agrícolas; habiendo riesgo de pérdida biológica (Ospina, 2016, pp. 32-41). A nivel continental la agroindustria azucarera es uno de los sectores comerciales y productivos que generan mayor cantidad de residuos; estos son el punto de contaminación hacia los recursos naturales y al entorno de la agricultura. (Pérez, 2013, p. 9).

A nivel nacional la biodegradación de los desechos y su uso eficaz en el sector agrícola son óptimos de aplicar en residuos agroindustriales azucareros que se reaprovechan como abono orgánico; obteniendo un equilibrio ecológico (Orehuela y Camacho, 2019, p. 5); hoy en día el compostaje es una alternativa viable de poder aplicar en el campo agrario por su calidad biológica, el compost últimamente está trayendo como externalidad positiva una medida sostenible en la agricultura, realizándose las BPA (Quiroz y Perez, 2013, p. 7). A partir de la práctica experimental, la importancia de la actividad del compostaje es que se muestra como una medida de mitigación ambiental sostenible para los agricultores; donde se pueden reutilizar los desechos provenientes de las agroindustrias azucareras (Rafael , 2015, p. 10); el compost es un producto obtenido a base de materiales y origen orgánico con derivados de residuos naturales; mediante el cual son sometidos a un proceso biológico tratado (Menjivar, 2014, p. 7); de tal forma los abonos orgánicos son el producto final del compost que se extrae de suministros residuales de la agroindustria azucarera; como son generalmente el bagazo, bagacillo, cachaza, vinaza y ceniza; garantizando el desarrollo eficaz en el reaprovechamiento de los nutrientes establecidos. (Muñoz, 2014, pp. 42-53); el compostaje se considera un proceso biológico, que permite la transformación de

residuos; en el intervienen microorganismos, nutrientes que necesitan de una adecuada humedad y subproductos de residuos orgánicos (Román, et al., 2015, pp. 26-34). Para la biodegradación eficiente del insumo orgánico se debe suministrar factores biológicos, microbiológicos y fisicoquímicos adecuados de C.E, temperatura, pH, % M.O, porosidad y la relación C/N. (Suaña, 2015, p. 5).

La realidad problemática es por el uso excesivo de fertilizantes en los cultivos agrícolas; que mayormente esto se da en las agroindustrias azucareras por desechar una gran cantidad de residuos en miles de hectáreas de campos agrícolas de caña de azúcar; por ende, utilizan una serie significativa de agroquímicos que degradan la calidad del suelo agrícola y generan indiscriminadamente desechos agroindustriales. (Vargas y Pérez, 2018, p. 6).

El planteamiento del problema se formuló en: **¿Qué técnicas de compostaje han demostrado mayor efectividad en la obtención de compost orgánico usando los residuos agroindustriales azucareros?**

La justificación del trabajo es poder reaprovechar la biomasa residual de los desechos agrícolas de caña de azúcar como materia prima biodegradable; de tal forma aplicar métodos de compostaje que sea una alternativa viable de solución, como medida de mitigación ambiental, combatiendo el impacto del Cambio Climático para minimizar residuos aplicando la técnica del compost y lograr el Desarrollo Sostenible (Robles y Vega, 2018, pp. 56-68).

El objetivo general es realizar una revisión sistemática de la literatura científica usando bases de datos de acceso libre para caracterizar e identificar las principales técnicas de compostaje en la obtención de compost orgánico de los residuos agroindustriales azucareros. Como objetivos específicos tenemos que determinar el método de compostaje más efectivo en la calidad de compost según los trabajos realizados, analizar el tipo de residuo agroindustrial azucarero con mayor rendimiento en la producción y obtención de abono orgánico respecto a las fuentes de investigación y plantear una alternativa de

mejora con las condiciones sistemáticas más generales de su utilización eficaz del compostaje y reaprovechamiento de estos desechos.

II. MARCO TEÓRICO

El compostaje es el proceso biológico tratado que puede ser aeróbico y anaeróbico, mediante el cual los micronutrientes actúan en la materia prima que rápidamente se mezcla y biodegrada usando residuos sólidos naturales (Pérez, et al. , 2013, pp. 45-52); el compost es un producto orgánico obtenido a partir de diferentes suministros de origen natural, los cuales son sometidos a un sistema biotecnológico controlado de oxidación y descomposición denominado compostaje o compost orgánico (Rafael , 2015, p. 10); este tipo de abono orgánico posee un aspecto terroso, con olores composteros al libre aire, patógenos de bacterias, carga microbiana y otros bioelementos; el compost tiene los siguientes componentes como fuentes en relación de C/N, agua (humedad), oxigenación, microorganismos, temperatura térmica, CO₂, materia orgánica, minerales, proteínas, calor, humus, macro y micronutrientes (Robles y Vega, 2018, pp. 56-68). El compostaje también tiene otros factores primordiales para su proceso y obtención de compost como por ejemplo sus condiciones climáticas y de acondicionamiento de materia prima para la obtención óptima de abono orgánico. (Vázquez y Loli, 2018, pp. 43 - 52).

Las técnicas de compostaje son métodos biotecnológicos que son capaces de reaprovechar los residuos sólidos ya sean: naturales, agroindustriales, urbanos y todo tipo de desechos biodegradables para la elaboración de un producto orgánico “compost” (Román, et al., 2015, pp. 26-34); hay varias técnicas de compostaje para llevar a cabo el proceso de maduración; así para ejecutar una inicial clasificación somera, que se logran establecer 2 condiciones primordiales: métodos abiertos y métodos cerrados (Pérez, et al. , 2013, pp. 45-52); dependiendo del factor climático de la zona donde se realice el proceso, el tipo de materia prima que se trata, disponibilidad o área del terreno donde se realiza el abono orgánico y las herramientas de trabajo para la preparación de compost (Robles y Vega, 2018, pp. 56-68). Los sistemas abiertos tienen un menor costo económico y mantienen un

manejo de tratamiento más sencillo; mientras que los sistemas cerrados conllevan una construcción con mayor complejidad y cara, al poseer una instalación cerrada y utilizar una maquinaria más complicada (Rafael, 2015, p. 10). A continuación, mencionaremos los diversos sistemas o técnicas de compostaje:

Los sistemas abiertos en el compostaje son las pilas estáticas que es la tecnología para el compostaje en pilas o apilamiento relativamente simple, siendo el método más económico y tradicional (Canales, 2013, p. 3); los materiales se mezclan en el suelo y son comprimidos en exceso, siendo muy clave la forma y medida de la pila compostera (Gutierrez, 2013, p. 4). Teniendo las pilas estáticas con aireación pasiva o aeróbica y las pilas estáticas con aireación forzada mediante un metabolismo aeróbico con carga microbiana.

Las pilas con volteos es una de las técnicas más sencillas y cómodas, este método de compostaje se caracteriza por el hecho de que la pila se remueve periódicamente para homogenizar la mezcla y temperatura, a fin de eliminar el exceso estado térmico, control de humedad y aumento de la porosidad de la pila para mejorar la ventilación (Peralta, et al., 2013, pp. 41-49); después de cada volteo la temperatura desciende de 10 a 20°C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya finalizado su proceso (García, 2013, p. 9) y los sistemas cerrados permiten un mejor control de los parámetros del proceso en mayor parte de los casos son los compostajes por fosas, así como un menor tiempo de residencia y un proceso constante (Vargas y Pérez, 2018, p. 6).

La técnica de compostaje se define como una biotécnica donde es posible de ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica, producto por el cual es el compost mediante la fermentación y la biodegradación aeróbica como anaeróbica utiliza desechos orgánicos (Román, et al., 2015, pp. 26-34); otro método compostero es el vermicompostaje o también llamado lombricultura que es una serie de operaciones relacionadas a la cría y producción de lombrices; el tratamiento de la técnica por medio de ellas usan

desechos naturales para su reaprovechamiento en humus de lombriz (Vázquez y Loli, 2018, pp. 43 - 52).

El compostaje biodinámica es la técnica más moderna e implementada por recursos e infraestructura mecanizada en elaborar ese producto final del compost mediante un gran funcionamiento en cada proceso de la planta compostera (Suaña, 2015, p. 5); este método del compostaje biodinámica es una biotecnología limpia que reaprovecha y reutiliza los residuos sólidos de materia natural o agrícola en el aspecto comercial trayendo así una economía circular y el desarrollo sostenible del sector. (Robles y Vega, 2018, pp. 56-68).

Los residuos agroindustriales azucareros son desechos agrícolas del sector cañero que son emitidas por las empresas agroindustriales de caña de azúcar que estas generan grandes cantidades de residuos sólidos, efluentes líquidos y gases contaminantes a la atmosfera (Pérez, et al. , 2013, pp. 45-52); bien sea a nivel primario o secundario para la agricultura productiva o en procesos de transformación de la biomasa residual como materia prima de origen biológico o natural para obtener el compost orgánico a base de estos tipos de residuos agroindustriales (Ospina, 2016, pp. 32-41); los residuos agroindustriales azucareros son el bagazo de caña de azúcar, la cachaza, vinaza, bagacillo y ceniza que son los principales desechos agrícolas por la generación y acumulación del sector agroindustrial azucarero (López et al., 2017, pp. 49-55).

A continuación, se menciona los siguientes tipos de residuos agroindustriales azucareros:

Los residuos agroindustriales azucareros son desechos agrícolas del sector cañero que son emitidas por las empresas agroindustriales de caña de azúcar que estas generan grandes cantidades de residuos sólidos, efluentes líquidos y gases contaminantes a la atmosfera (Pérez, et al. , 2013, pp. 45-52); bien sea a nivel primario o secundario para la agricultura productiva o en procesos de transformación de la biomasa residual como materia prima de origen biológico o natural para obtener el compost orgánico a base de estos tipos de residuos agroindustriales (Ospina, 2016, pp. 32-41); los residuos agroindustriales azucareros son el bagazo de caña de azúcar, la cachaza, vinaza, bagacillo y ceniza que son los principales desechos agrícolas por la generación y acumulación del sector agroindustrial azucarero (López et al., 2017, pp. 49-55). A continuación, se menciona los siguientes tipos de residuos agroindustriales azucareros:

El bagazo es el suministro fibroso derivado de los tallos de caña de azúcar, luego de pasarlos mediante un método de extracción del jugo de la sacarosa y celulosa de la misma; en la etapa de molienda de la agroindustria azucarera (Pérez, et al. , 2013, pp. 45-52); por eso el bagazo de caña de azúcar está conformado físicamente por cuatro divisiones: 45% de fibra, 2.5% de sólidos no solubles, 2.5% de sólidos solubles y 50% de agua; la parte fibrosa pertenece a la división natural insoluble en agua. (Ospina, 2016, pp. 32-41).

La cachaza y vinaza son residuos de la agroindustria azucarera que tienen un impacto negativo cuando se vierten en cuerpos de agua y positivo cuando se aplica al suelo en forma de compost (Quiroz y Pérez, 2013, pp 69 - 75); La cachaza y vinaza de caña de azúcar son desechos líquidos y plasmáticos que sirven para reaprovechar su materia prima como mezcla o complemento.

El bagacillo conjuntamente con la ceniza de caña de azúcar son fibras pequeñas muy finas y a la vez son partículas desechables del quemado que se esparcen en el aire durante la molienda contaminando el medio ambiente y trae gran impacto ambiental al cambio climático (Bohórquez y Menjivar , 2014, pp. 73-81); entonces la ceniza y el bagacillo de caña de azúcar son subproductos de los desechos de la fabricación del azúcar, que también se utilizan como combustible para calentar las calderas, pero de igual forma se puede reaprovechar estos residuos en compost. (Vargas y Perez, 2018, p. 6).

Según López, et al. (2017, pp. 49-55), en su artículo de investigación se tituló: “Propiedades de un compost natural obtenido a partir de residuos orgánicos de la producción de caña de azúcar” en Santa Clara, Villa Clara

– Cuba, 2017”. Tuvo como objetivo determinar los principales elementos del compost usando el bagazo, cachaza y ceniza; estas materias primas se obtuvieron del método de elaboración del azúcar. Para la fabricación de la aleación se hizo una selección de subproductos en relación a los factores relacionados del proceso del compost orgánico. En la etapa de biodigestión anaeróbica; se hizo la medida de los principales indicadores de monitoreo hasta lograr la fase de maduración. En el suministro utilizado se halló una densidad aparente de 0.10 a 0.50 grs/cm⁻³, el potencial de hidrogeno estuvo de 5.1 y 8.8, la C.E tuvo el valor de 0.5 a 0.95 S m⁻¹. Los elementos de N, P, K y Mg; se vieron rangos de 0.35 y 2.9%. En conclusión, en el compostaje se dio una densidad aparente de 0.55 grs/cm⁻³. La relación carbono/nitrógeno (C/N) mostro una función lineal respecto a la duración del compost; donde se obtuvo una adecuada etapa de maduración de la aleación. Se comprobó también que la presencia de N, P, K, Ca y Mg con números de 1.0, 1.3, 1.1, 2.0 y 1.1% respectivamente. Al determinar los resultados se finalizó que el compostaje tuvo una caracterización buena para ser tomado en cuenta como abono orgánico para los cultivos agrícolas.

De acuerdo con Damián (2018, p. 10), en su investigación propuso “Aplicación de tres tratamientos activadores para la elaboración de compost orgánico de residuos naturales del Mercado Los Cedros, Distrito de Chorrillos – Lima 2018”; el trabajo tenía como objetivo evaluar de qué manera influye los tratamientos acelerados (utilizando levadura, bagazo de caña, estiércol de cuy, bacterias de lactobacillus, logrando acelerar el proceso de compostaje y concluyendo que el tratamiento a base de estiércol de cuy es el que presenta una mejor calidad; ya que a su vez se encontró una adecuada relación de carbono y nitrógeno (24/96), N-P-K (1.58%, 1.7% y 3.09 %) y un adecuado porcentaje de %M.O. (82.37%).

Según Rafael (2015, pp. 20-30), en su proyecto aplicó el “Procedimiento productivo y estudio del resultado de microorganismos eficientes en la producción de compostaje por medio de la aleación de tres tipos de desechos orgánicos, Sapallanga - Huancayo” estudio realizado en la región de Junín - Perú; como objetivo principal fue determinar la consecuencia del procedimiento productivo y hacer un estudio del resultado de microorganismos eficientes en la producción y calidad de compost orgánico por medio de la mezcla de tres tipos de desechos naturales en Sapallanga-Huancayo. Los tres desechos naturales son de bagazo, estiércol de ganado vacuno y de mercado constituyeron un considerable porcentaje del total de residuos generando en las diversas actividades diarias antrópicas. Se estableció un método práctico a la cantidad de desechos naturales que aportara a la reducción de los mismos, la preparación de abonos naturales como el compost integra un uso fundamental como medida viable de mitigación al reciclar y reutilizar los residuos producidos por los establecimientos comerciales de abastos, avícolas de granja y camales de ganado vacuno; así mismo en la transformación de estos suministros en componentes que se puedan usar para aumentar la productividad del suelo.

Para Oliva (2019, p. 40), en su investigación tuvo como título la “Evaluación de la concentración de N-P-K de cuatro sustratos obtenidos por compostaje aeróbico en la Región de San Martín 2019”; que planteo como objetivo general evaluar las dosis de N-P-K midiendo los parámetros de temperatura, humedad, pH y ver si cumple con los 4 desechos orgánicos: Bagazo de caña, guano vacuno, guano de

gallina y humus de lombriz; concluyendo que el guano de gallina fue el componente que tuvo más rendimiento de N-P-K; donde se obtuvo porcentajes de Nitrógeno Total (%) 0.4689, P (%) 0.96, K (%) 1.12, potencial de hidrogeno (pH) teniendo un valor de 7.730; siendo que sea un pH ácido con máxima cantidad de carbonatos y guano vacuno de res con cantidades porcentuales de : Nitrógeno Total (%) 0.3795; Fosforo (%) 0.65, Potasio (%) 0.93; siendo los parámetros aplicados en el método experimental o diseño experimental.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

- **Tipo de investigación.**

La presente investigación es una revisión sistemática tipo básica porque las conclusiones solo aportan información para otras investigaciones de la literatura científica.

- **Diseño de investigación.**

El diseño de la investigación fue no experimental tipo revisión sistemática sin metanálisis cualitativo.

3.2. Escenario de estudio:

Se utilizaron revistas indexadas Scielo, Science Direct, Redalyc, Research Gate y Dialnet siendo las más predominantes en el trabajo de investigación; lo cual fueron publicados entre los años 2013 al 2020. Donde se aplicó el análisis sistemático puntual de las técnicas de compostaje en la obtención de compost orgánico usando residuos agroindustriales azucareros; realizándose en la mayoría de los casos en los campos agrícolas para el reaprovechamiento de estos tipos de desechos mediante el compostaje; dando calidad y producción del compost a través de sus micro y macronutrientes del abono natural.

3.3. Participantes:

Nos referimos a los 20 artículos seleccionados que se emplearon como materia de estudio en la presente investigación; donde se encontraron 156 artículos recopilados de las bases de datos de revistas indexadas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Se utilizaron las siguientes herramientas de recopilación de datos: Búsqueda de base de datos, selección de estudios primarios, criterios de inclusión, observación no experimental y análisis de información con enfoque sistemático.

3.5. Procedimiento:

- **Selección de los estudios primarios:**

Como primera fase de la metodología sistemática se realizó una selección inicial de los artículos recopilados; donde se logró identificar las siguientes palabras claves de estudio (compostaje, residuos agroindustriales azucareros, compost orgánico y desechos agrícolas) – “composting, sugar agro-industrials waste, organic compost and agricultural wastes”.

- **Recolección de datos:**

Las fuentes de recopilación de los artículos fueron obtenidas mediante 5 bases de datos: Scielo, Science Direct, Redalyc, Dialnet y Research Gate. Los artículos recolectados fueron en idioma inglés y español; pero todos de revistas indexadas.

Tabla 1: Artículos en la búsqueda de base de datos.

| Base de datos | Nº Artículos |
|----------------------|---------------------|
| Science Direct | 48 |
| Scielo | 41 |
| Redalyc | 35 |
| Research Gate | 22 |
| Dialnet | 10 |
| Total | 156 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se observa la cantidad de 156 artículos recolectados en la búsqueda inicial de la base de datos como recopilación de los estudios primarios.

- **Búsqueda de fuentes:**

Como estrategia de búsqueda se utilizó los siguientes requisitos: Revistas indexadas de acceso libre, artículos científicos, fecha de publicación del 2013 al 2020 y publicaciones académicas; se obtuvo un total inicial de 156 artículos recopilados en la base de datos, pero que al momento de hacer el análisis de selección se tuvo que reducir a 20 artículos para el desarrollo del trabajo.

- **Criterios de selección:**

Los artículos considerados se caracterizan generalmente por abordar aspectos relacionados a la calidad de compostaje mediante técnicas y elaboración de compost usando desechos agrícolas azucareros, desde el punto de análisis experimental de sus propiedades físicas-químicas y microbiológicas; se tomó en cuenta los sgtes criterios:

Tabla 2: Criterios de inclusión.

| Criterios | Inclusión |
|-------------------------------|-----------------------|
| Tipo de Literatura | Artículos Científicos |
| Idiomas | Español e Ingles |
| Disponibilidad | Acceso libre |
| Periodo de publicación | 2013 – 2020 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se muestran los criterios de inclusión de la base de datos y la selección de los artículos para el trabajo sistemático con sus respectivas características.

- **Recursos de información:**

En cuanto a las fuentes consultadas, después de una revisión general de las bases de datos hubo duplicidad o repetición de la misma información encontrada anteriormente; donde se hizo el ajuste respectivo para ser considerado solo los artículos que se necesitó para elaborar el trabajo de investigación.

Tabla 3: Cantidad de artículos de selección.

| Base de datos | N° Artículos seleccionados |
|----------------|----------------------------|
| Science Direct | 5 |
| Scielo | 5 |
| Redalyc | 4 |
| Research Gate | 4 |
| Dialnet | 2 |
| Total | 20 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se observan los 20 artículos seleccionados que finalmente fueron considerados para el desarrollo del trabajo de técnicas de compostaje; dejando 136 artículos excluidos de 156 fuentes de investigación.

3.6. Rigor Científico:

Fue aplicado al control de calidad de la investigación científica y de la validación por la metodología; sometiéndose al análisis de la comunidad científica por la investigación realizada en el desarrollo de tesis; siendo de revistas indexadas la información recopilada y seleccionada con rigosidad científica.

3.7. Método de análisis de datos:

Se evaluaron esquemas, matrices seleccionadas y análisis de revisión sistemática con tablas y figuras con información

verificable de los datos de los artículos científicos.

3.8. Aspectos Éticos:

En el desarrollo de tesis se tuvo en cuenta los siguientes valores éticos y morales a realizarse de manera correcta:

- La veracidad y la honestidad en la obtención de resultados; sin ninguna alteración de los datos recopilados.
- Respeto en los factores temáticos, normativas vigentes y la política ambiental de la Universidad Cesar Vallejo – UCV.
- Se citó y referenció de forma correcta las teorías, metodología y resultados extraídos de las fuentes científicas confiables.
- Se respetó la autoría de los autores de los artículos científicos y revistas de investigación para poder desarrollar el trabajo de tesis.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La búsqueda inicial de base de datos se llegó a recopilar un total de 156 artículos de investigación primaria de acceso libre; detallando a continuación los años de publicación en la figura 1.

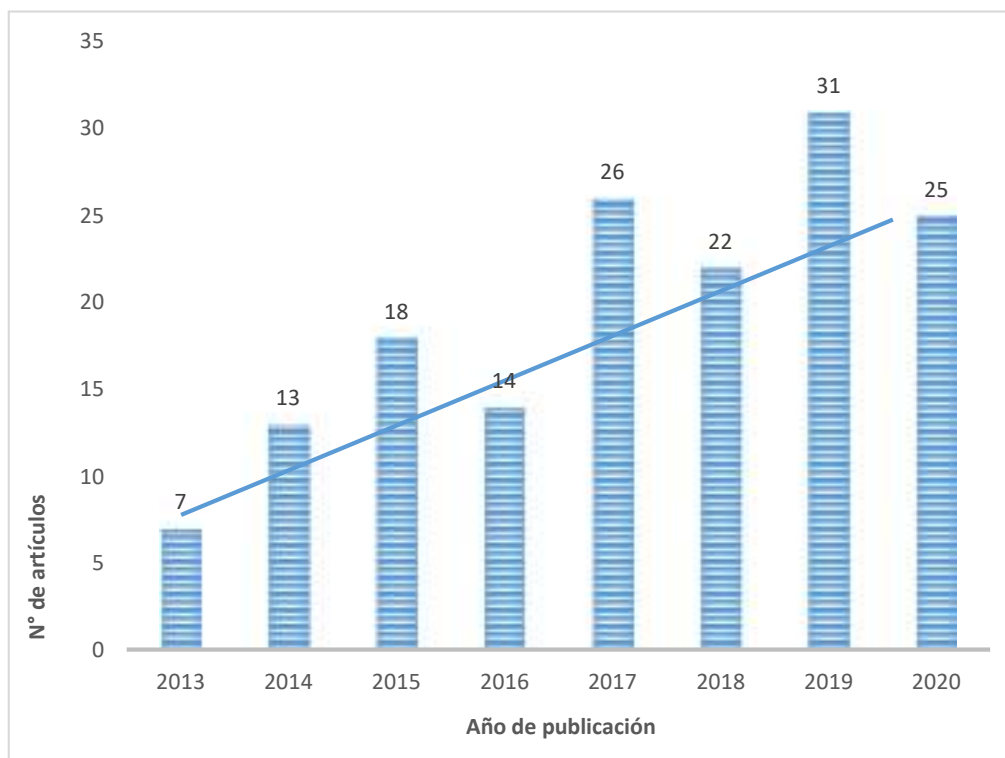


Figura 1. Artículos de búsqueda primaria por año de publicación.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1, se muestra que en los últimos 7 años la cantidad de artículos incremento moderadamente el interés de investigación por el compostaje usando residuos agroindustriales azucareros, por lo cual se explica la creciente contaminación ocasionada por los subproductos y desechos que generan este tipo de industria (Perez, et al. , 2013, pp. 45- 52); que en el transcurso de los años se busca el manejo adecuado y reaprovechamiento de estos residuos agrícolas como medida de mitigación ambiental (Ospina, 2016, pp. 32-41); siendo que el compostaje sea una alternativa viable de solución para el sector agrario; donde se realiza la obtención de abono orgánico que es ecológicamente amigable para el planeta. (Román, et al., 2015, pp. 26-34).

A continuación, se muestran las técnicas de compostaje más reportadas que utilizaron residuos agroindustriales azucareros; lo cual los resultados se observan en la siguiente figura N° 2.

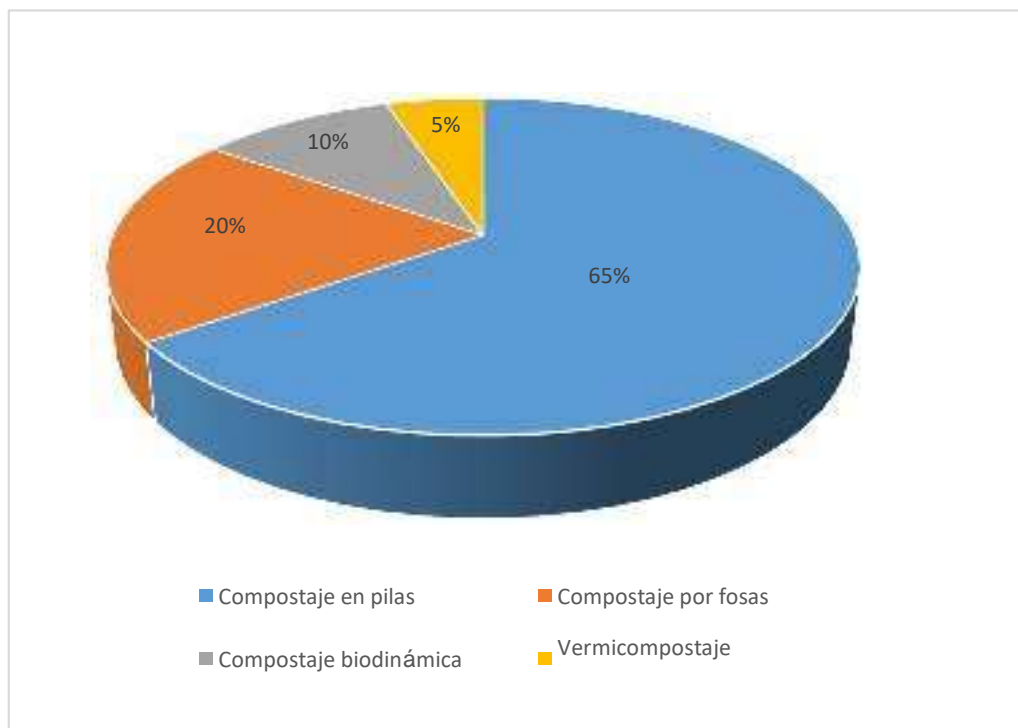


Fig. 2. Técnicas de compostaje usando residuos agro-azucareros.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la figura 2, se muestra que el 65 % de los artículos reportan el uso del compostaje en pilas como la técnica más utilizada con residuos agroindustriales azucareros, debido a que este método biológico es un proceso convencional y económico (Muñoz, 2014, pp. 42-53); de tal forma se muestra que esta biotecnología tiene ventajas más accesibles respecto a los otros métodos de compostaje que usan este tipo de desechos (López et al., 2017, pp. 49-55), que contribuye con la minimización de residuos y reaprovechando la biomasa de este sector agroindustrial para la obtención de compost mediante la técnica de apilamiento. (Garcés, 2015, pp. 27-38).

En base a los criterios de inclusión se seleccionaron 20 artículos; cuyo análisis presentan los tipos de residuos agroindustriales azucareros más utilizados en la preparación de compost; información que se observa en la figura 3.



Figura 3. Tipos de residuos empleados en la obtención de compost.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 se muestra la predominancia del uso del bagazo de caña de azúcar como principal materia prima residual de las agroindustrias azucareras para la elaboración de compost; lo cual esto explica que el bagazo es la biomasa agrícola más empleada para el compostaje pero con niveles de microorganismos que son reducidos (Bohórquez y Menjivar , 2014, pp. 73-81); de igual manera también tenemos a la cachaza y vinaza que son utilizadas como mezcla de subproductos y complementos para la obtención de compost. (Peralta, et al., 2013, pp. 41-49), sin embargo, el bagazo de caña de azúcar necesita aumentar su calidad como materia prima en micro y macro-elementos que sirven como nutrientes al compost. (Robles y Vega, 2018, pp. 56-68).

Resultados de evaluación de la calidad:

Tabla 4: Matriz de base de datos de los artículos seleccionados.

| Artículos Científicos | Año | Tipos de residuos | Técnicas de compostaje | Micronutrientes del compost (%) | Resultados |
|---|------|---------------------------|------------------------|---|--|
| Properties of a compost obtained starting from residuals of the production of sugar cane. | 2017 | Bagazo, cachaza y ceniza. | Compostaje en pilas | N = 1, P = 1.3, K = 1.1 Ca = 2 Mg = 1.1 | Mejora maduración Mejora la relación C/N. |
| Producción y evaluación Del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales azucareros. | 2013 | Bagazo, cachaza y ceniza. | Compostaje en pilas | Ca = 0.3 Mg = 2,8 | pH óptimo fue de 8 a 8.5 pero finalizó entre 9 a 9.5. |
| Caracterización química del compostaje de residuos de caña de azúcar en el sureste de México. | 2013 | Bagazo y cachaza | Compostaje en pilas | N = 1, P = 1.5 y K = 1.2. | Incrementa la C.E. Mejora calidad del compost. |
| Compost and vermicompost as amendments in the recovery of a soil degraded by the management of Paniculata. | 2018 | Vinaza y cachaza | Compostaje en pilas | N = 1, P = 1.4 y K = 1.3 | Aumento M.O en el compost. |
| Production of organic compost from different plant waste generated in the management of a green urban space. | 2018 | Bagacillo y ceniza | Compostaje en pilas. | Ca = 0,4 Mg = 2,9 | Mejora la humedad durante compostaje. |
| Vinasse and sugarcane sludge compost: effect on the quality of the soil cultivated with sugarcane. | 2013 | Cachaza y vinaza | Compostaje en pilas | N = 1, P = 1.2, K = 1.4 Ca = 2.2 Mg = 1.3 | Optimiza M.O. en compost |

| | | | | | |
|---|------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| A systematic review on the composting of green waste: Feedstock quality and optimization. | 2018 | Bagazo | Compostaje por fosas | C = 25, N = 1 Na = 3 | Mejoro M.O. en compost |
| Evaluación comparativa de la calidad del compost a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros. | 2015 | Bagazo, cachaza y ceniza | Compostaje por fosas | C = 30, N = 1 Ca = 2.1 Mg = 1.2 | Relación de C/N aceptable |
| Obtención de abono orgánico (compost) a partir de desechos agroindustriales y su influencia en el rendimiento del cultivo. | 2016 | Bagazo y ceniza | Compostaje por fosas. | N = 1, P = 1.5 y K = 1.7 | Humedad optima del 42,43% del compost. |
| Caracterización físico-química y microbiológica del lixiviado generado del compostaje para el uso de abono orgánico. | 2019 | Bagacillo | Compostaje en pilas | Ca = 0,2 Mg = 2,7 | Mantuvo constante producción en el compost por M.O. |
| Compostaje de residuos agroindustriales inoculados con hongos lignocelulósicos y modificación de la relación C/N. | 2018 | Bagazo y vinaza | Compostaje en pilas | C = 35, N = 1 Ca = 2.3 | Mejoro un 50% la calidad del compost en C/N |
| Obtención De Compost A Partir De Residuos Sólidos Orgánicos Generados En El Mercado Mayorista Del Cantón Riobamba. | 2016 | Bagazo y cachaza | Compostaje en pilas | N = 1, P = 1.3 y K = 1.5 | Se recuperó la producción en M.O |

| | | | | | |
|--|------|--------------------|------------------------|---|--|
| Use of agro-industrials wastes in improving the quality of the environment. | 2018 | Bagacillo | Compostaje biodinámica | N = 1, P = 1.5, K = 1.3 Ca = 2.5 Mg = 1.2 | Mejoro la calidad del compost por el pH y C.E. |
| Implementing Takakura composting method for waste recycling in Loja city, Ecuador. | 2015 | Ceniza y bagacillo | Compostaje en pilas | Ca = 2.3 Mg = 1.4 | Obtuvo un abono de adecuada calidad en M.O |
| Evaluation of the composting process with different types of mixtures based on the C/N ratio and the addition of biodynamic preparations at the Pairumani Model Farm. | 2013 | Bagazo | Compostaje biodinámica | C = 30, N = 1 Ca = 2.4 | Mejoro la calidad del compost en la relación C/N |
| Uso de residuos de la agroindustria de caña de azúcar (Saccharum spp.) para elaborar abonos orgánicos. | 2016 | Cachaza y bagazo | Vermicompostaje | Ca = 0.5 Mg = 3.1 | Mejoro la producción de compost en materia orgánica |
| Caracterización microbiológica del proceso de compostaje a partir de residuos agroind. azucareros. | 2013 | Vinaza | Compostaje en pilas | N = 1, P = 1.1 y K = 1.2 | Se obtuvo un buen rendimiento de NPK. en el compostaje |
| Compost and vermicompost as amendments in the recovery of a soil degraded by the management of Paniculata. | 2018 | Vinaza y cachaza | Vermicompostaje | N = 1, P = 1.4 y K = 1.3 | Aumento el contenido de M.O del compost |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se observa la matriz general de los artículos seleccionados, donde se observa los tipos de residuos agroindustriales azucareros que los más utilizados fueron el bagazo, la cachaza y la vinaza por su gran cantidad y utilidad en el mercado pero también son desechos biodegradables para reaprovecharlos de forma sostenible principalmente el bagazo de caña de es el residuo más usado para el compostaje y otras funciones del sector industrial (Perez, et al. , 2013, pp. 45-52); de tal manera vemos las técnicas de compostaje que fueron 4 métodos, donde los dos sistemas más importantes y aplicados fueron el sistema abierto o compostaje en pilas (apilamiento) y el sistema de vermicompostaje porque ambas técnicas son buenas y optimas en la calidad de compost por su rendimiento microbiano. (Vargas y Perez, 2018, p. 6). La técnica de compostaje en pilas o apilamiento compostero fue el método que más se utilizó en las investigaciones seleccionadas dando valores de normalidad en microcromutrientes como bioelementos del compost que en algunos casos mantuvieron su concentración de microorganismos y otros aumentaron sus niveles de materia orgánica de 2% a 4% (Roman, et al., 2015, pp. 26-34); tenemos como datos de micronutrientes el nitrógeno (N) de 1% en casi todas las investigaciones incluidas en el estudio y el carbono (C) varia de 20% al 40%, donde la relación de carbono/nitrógeno (C/N) del compost es un indicador muy útil para evaluar el desarrollo y analizar la calidad del compostaje. (Muñoz, 2014, pp. 42-53); en los valores de fosforo (P) y potasio (K) tuvieron rangos aproximados de 1.1% a 1.9% respectivamente y en los micronutrientes de Ca, Mg y Na sus datos registrados fueron más elevados que los anteriores porque teniendo en cuenta con los resultados y las técnicas de compostaje vemos que el tipo de residuo depende mucho en el momento de la mezcla con otros desechos para obtener el compost.

Análisis de los estudios seleccionados:

A continuación, tenemos los resultados evaluados de las técnicas de compostaje en valores mínimos y máximos con sus respectivos indicadores como parámetros de calidad y rendimiento.

Tabla 5: Resultados de análisis del compostaje.

| Compostaje | En pilas | Por fosas | Biodinámica | Vermicompostaje |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| Tiempo (meses) | 2 – 4 | 3 – 6 | 1 – 2 | 3 – 4 |
| Calidad | Muy Buena | Buena | Regular | Optima |
| Ph | 6 – 9 | 5 – 7 | 6 – 8 | 6 – 7 |
| C.E. | 0.90 – 1.00 | 0.80 – 0.90 | 0.70 – 0.80 | 0.70 – 0.75 |
| % M.O. | 3.5 – 4.5 | 2.5 – 3.5 | 3 – 3.9 | 3.5 – 4.1 |
| T °C | 50 – 60 | 60 – 70 | 55 – 65 | 30 – 50 |
| % Humedad | 30 – 40 | 50 – 60 | 45 – 55 | 40 – 45 |
| Relación C/N | 15 – 20 | 20 – 30 | 15 – 25 | 10 – 15 |
| Rendimiento | Optimo | Bueno | Regular | Bueno |
| Producción (Tn) | 1 – 5 | 0.1 – 0.5 | 0.5 – 1 | 1 – 2 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 5 se muestra el análisis de las técnicas de compostaje utilizadas en la investigación y sus diversos indicadores; sin embargo, otros escritores se refieren como estándar una concentración de materia orgánica entre 2 a 4 %, estos rangos definen la calidad del compost orgánico (Bohórquez y Menjivar, 2014, pp. 73-81). Tenemos que la técnica de compostaje más efectiva en producción de abono orgánico es el compostaje en pilas; siendo el método con mayor rendimiento (Robles y Vega, 2018, pp. 56-68); y la técnica de compostaje con mayor efectividad en la calidad de abono es el vermicompostaje o humus de lombrices aplicado en menor cantidad, pero más eficaz. (Vázquez y Loli, 2018, pp. 43 - 52).

V. CONCLUSIONES:

- ❖ El método de compostaje en pilas con el vermicompostaje fueron las dos técnicas más efectivas en la calidad de compost orgánico por su gran capacidad de carga microbiana y su buena concentración de M.O. de 3% a 5% representados en valores mínimos y máximos según los datos reportados en los artículos evaluados.
- ❖ El bagazo de caña es el residuo agroindustrial azucarero con mayor rendimiento en la producción y obtención de compost porque este tipo de desecho agrícola tiene una relación de C/N de 20 a 40 como rangos mínimos y máximos; siendo la biomasa más abundante que se puede reutilizar de forma sostenible mediante el tratamiento y manejo de residuos sólidos reaprovechables para el sector agrícola.
- ❖ Las principales técnicas de compostaje que fueron empleados en los artículos seleccionados son el: compostaje en pilas, compostaje por fosas, vermicompostaje y compostaje biodinámica que se utilizaron en la obtención y elaboración de compost orgánico usando residuos agroindustriales azucareros que fueron tomados como materia de estudio en la investigación sistemática.

VI. RECOMENDACIONES:

- ❖ Se plantea una alternativa más de solución; para mitigar y minimizar estos tipos de residuos que vienen alterando al medio ambiente; donde sería de aplicar el compostaje de forma más continua en casa si hay espacio y áreas verdes, poder reaprovechar todos los residuos naturales domésticos mediante el método compostero y obtener como producto final el compost orgánico para las plantas, cultivos agrícolas y cobertura vegetal aportando con el equilibrio ecológico.
- ❖ Que el compostaje en pilas es el método más económico, accesible y convencional para poder aplicarlo de manera constante porque es viable su proceso en todos los aspectos con residuos orgánicos como: desechos vegetales, estiércol de animal, residuos naturales, cascaras orgánicas, restos agrícolas y etc.; para poder reaprovechar toda la biomasa en abono orgánico amigable con el medio ambiente.
- ❖ Otra técnica de compostaje que es muy buena en calidad y producción de compost orgánico es el vermicompostaje o humus de lombrices que son las encargadas de hacer la mayoría del trabajo y todo el proceso mediante microorganismos eficaces; logrando un abono natural de primer nivel, rico en micro y macronutrientes, con gran cantidad de carga microbiana y con altos niveles de materia orgánica para los cultivos agrícolas; trayendo así el desarrollo sostenible del planeta.

REFERENCIAS:

BOHÓRQUEZ y MENJIVAR. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. 2014, pp. 73-81. 1, Valle del Cauca, Colombia: Corpoica Ciencia Tecnológica Agropecuaria., 2014, Vol. 15. Manejo y conservación de suelos y aguas.

CANALES, (et al). Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol vacuno en el centro modelo de tratamiento de residuos. 2013, p. 3. Lima - Perú: s.n., 2013, p. 3.

GARCES. Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficaces. 2015, pp. 27-38. 12, Ambato - Ecuador: UTA, 2015, pp. 27-38, Vol. III.

GARCÍA. Manejo de la Degradación del suelo agrícola. 2013, p. 9. 20, Bogotá - Colombia: Revista científica, 2013, p. 9, Vol. IV.

GUTIÉRREZ. Basics aspects of the organic composting process. 2013, p. 4. Cali - Colombia: Scientific magazine of sustainable agriculture, 2013, p. 4.

LÓPEZ, (et al). caña., Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de. 2017, pp. 49-55. 3, Santa Clara, Cuba: Revista Centro Agrícola, 2017, pp. 49-55, Vol. IV. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.

MENJIVAR. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. 2014, p. 7. 5, Bogotá - Colombia: Manejo y conservación de suelos y aguas, 2014, p. 7, Vol. V.

MUÑOZ. El compost de residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Componente clave para la sostenibilidad y mejoramiento de la calidad del suelo. 2014, pp. 42-53. 2, Cali - Colombia: Artículo Científico, 2014, pp. 42-53, Vol. VII.

OREHUELA y CAMACHO. Influencia del tiempo y del estiércol de gallina en la concentración del nitrógeno de compostaje. 2019, p. 5. 7, Trujillo - Perú: Repositorio Institucional UPN - Revista Digital., 2019, p. 5, Vol. IV

OSPINA. Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en un Vertisol de Valle del Cauca. 2016, pp. 32-41. 6, Palmira - Colombia: Artículo Científico, 24 de 11 de 2016, pp. 32-41, Vol. II. Pdf.

PERALTA, (et al). Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar). 2013, pp. 140-149. 2, Buenos Aires - Argentina: Revista de Investigaciones Agropecuarias. 2013, pp. 140-149, Vol. 37. ISSN: 0325-8718.

PEREZ, (et al). Caracterización química del compostaje de residuos de caña de azúcar en el sureste de México. 2013, pp. 45-52. 1, Caracas - Venezuela: Revista Interciencia, 2013, pp. 45-52, Vol. 36. ISSN: 0378-1844.

QUIROZ y PEREZ. Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar. 2013, pp 69 - 75. 5, Veracruz - México: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2013, pp 69 - 75, Vol. X. ISSN.

RAFAEL. Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. 2015, p. 10. Huancayo - Perú: UNCP - Revista Digital.

ROBLES y VEGA. Compostaje de residuos agroindustriales inoculados con hongos lignocelulósicos y modificación de la relación de C/N. 2018, pp. 56-68. 2, Oaxaca, México: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2018, pp. 56-68, Vol. IX. 1003- 71230.

ROMAN, (et al). Manual de compostaje del agricultor. 2015, pp. 26-34. 10, Santiago de Chile: ONU - FAO, 2015, pp. 26-34, Vol. II. 978-92-5-307845- 5.

VARGAS y PEREZ. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad ambiental. 2018, p. 6. 14, Bogotá, Colombia: Revistas unimilitar, 2018, p. 6, Vol. II. 1900-4699.

VÁZQUEZ y LOLI. Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo *Gypsophila Paniculata*.

2018, pp. 43 - 52. 9, Trujillo - Perú: Scientia Agropecuaria., 2018, pp. 43 - 52, Vol. I. ISSN.

CANALES. Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol vacuno en el centro modelo de tratamiento de residuos. 2013, p. 3. Lima - Perú: s.n., 2013, p. 3.

GARCES. Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficientes. 2015, p. 8. Ambato - Ecuador: UTA, 2015, p. 8.

GARCIA. Manejo de la Degradación del suelo agrícola. 2015, p. 9. 20, Bogotá - Colombia: Revista científica, 2015, p. 9, Vol. IV.

GUTIERREZ. Basics aspects of the organic composting process. 2010, p. 4. Cali - Colombia: Scientific magazine of sustainable agriculture, 2010, p. 4.

MENJIVAR. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. 2014, p. 7. 5, Bogotá - Colombia: Manejo y conservación de suelos y aguas, 2014, p. 7, Vol. V.

MUÑOZ. El compost de residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Componente clave para la sostenibilidad y mejoramiento de la calidad del suelo. 2014, p. 4. 2, Cali - Colombia: Artículo Científico, 2014, p. 4, Vol. VII.

OREHUELA Y CAMACHO. Influencia del tiempo y del estiércol de gallina en la concentración del nitrógeno de compostaje. 2019, p. 5. 7, Trujillo - Perú: Repositorio Institucional UPN - Revista Digital., 2019, p. 5, Vol. IV.

OSPINA. Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en un Vertisol de Valle del Cauca. 2016, p. 3. Palmira - Colombia: Artículo Científico, 24 de 11 de 2016, p. 3, Vol. II. PDF.

PEREZ. Caracterización química del compostaje de residuos de caña de azúcar en el sureste de México. 2013, p. 9. 36, Caracas - Venezuela: Asociación Interciencia, 2013, p. 9, Vol. I. ISSN: 0378-1844.

QUIROZ Y PEREZ. Vinasse and sugarcane sludge compost: effect on the quality of the soil cultivated with sugarcane. 2013, p. 7. 5, Veracruz - México: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas., 2013, p. 7, Vol. II.

RAFAEL. Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. 2015, p. 10. Huancayo - Perú: UNCP - Revista Digital, 2015, p. 10, Vol. 5. Pdf.

ROBLES Y VEGA. Compostaje de residuos agroindustriales inoculados con hongos lignocelulósicos y modificación de la relación de C/N. 2018, p. 5. 2, Oaxaca, México: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2018, p. 5, Vol. IX. ISSN: 1003- 71230.

ROMAN. Manual de compostaje del agricultor. 2015, p. 6. 10, Santiago de Chile: ONU - FAO, 2015, p. 6, Vol. II. ISSN: 978-92-5-307845-5.

SUAÑA. Aplicación de compost a partir de residuos agroindustrial. 2015, p. 5. Puno - Perú: Artículo Científico Digital., 07 de 08 de 2015, p. 5.

VARGAS Y PEREZ. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad ambiental. 2018, p. 6. 14, Bogotá, Colombia: Revistas unimilitar, 2018, p. 6, Vol. II. ISSN: 1900-4699.

PERALTA y CONTRERAS. Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de *Saccharum Officinarum* (caña de azúcar). Bs aires - Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2013. p. 5. ISSN: 0325-8718 Revista.ria@inta.gob.ar.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86421189006>.

PEREZ, Miguel y SANCHEZ, Rufo. Caracterización química del compostaje de residuos de caña de azúcar en el sureste de México. Caracas - Venezuela. Asociación Interciencia, 2013. p. 6. Revista Científica. ISSN: 0378-1844 interciencia@ivic.ve 0378-1844.

BAZAN, Daniel. Aplicación de *cuatro niveles de fertilización n – p – k en el cultivo de melón bajo las condiciones del valle de cañete.* Lima - Perú.

Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. [en línea] 17 de 08 de 2015. p. 8. Artículo. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/unalm/1630.pdf>.

COMPOSTANDO CIENCIA. El compost es una excelente fuente de materia orgánica para la agroecología. Lima - Perú. Primera Edición. Artículo científico, 2019. p. 25. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com>.

ROCHA, A. Estudio de diferentes tipos de inóculos en la elaboración de compost, a partir de desechos domésticos orgánicos. Quito, Pichincha, Ecuador. Libro Científico, 2013. p. 25.

BASANTA, R. y GARCÍA, M. (et al.). Madrid. Sostenibilidad del reciclaje de residuos orgánicos de la agroindustria azucarera: una revisión. Ciencia y tecnología de alimentos. Madrid - España. Revista científica agrícola, 2010.

BOHÓRQUEZ, A., PUENTES, Y. y MENJIVAR, J. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. Manejo y conservación de suelos y aguas. Bogotá - Colombia. Artículo Científico, 2014. p. 8.

GUTIÉRREZ, V. y MARTÍNEZ M. Basics aspects of the organic composting process. Cali, Colombia. Scientific magazine of sustainable agriculture. Artículo Científico 2013. p. 4.

HERRADA, J. Reduction of the effects of sodicity with applications of vinegar and bagasse in a soil of the valley of the Cauca, Colombia. Revista Científica. National University of Colombia, Palmira headquarters. 2015.

LOPEZ, Elvis y HERRERA, Miguel. Properties of a compost obtained starting from residuals of the production of sugar cane. Santa Clara - Cuba. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, 2017. p. 5. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001. <http://cagricola.uclv.edu.cu>.