

7.0%

Fecha: 2023-12-23 01:04 UTC

* Todas las fuentes 39 | Fuentes de internet 39

- ✓ [0] [1library.co/articulo/discusion-de-resultados-aplicacion-de-microorganismos-eficientes.yrijw0oq](#)
2.0% 21 resultados
- ✓ [1] [www.fao.org/3/i/3388s/i3388s.pdf](#)
1.0% 14 resultados
- ✓ [2] [lombritec.com/cultivo-ecologico-lombricultura-vermicompostaje/](#)
1.1% 15 resultados
- ✓ [3] [www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000200393](#)
0.9% 10 resultados
- ✓ [4] [alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMB_e50ed402930cd79e9fc46308e63b3eea](#)
0.6% 8 resultados
- ✓ [5] [repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1102?show=full](#)
0.5% 7 resultados
1 documento con coincidencias exactas
- ✓ [7] [www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612019000100025](#)
0.5% 8 resultados
- ✓ [8] [www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162020000200087](#)
0.5% 6 resultados
- ✓ [9] [vdocuments.mx/los-cinco-grupos-de-los-microorganismos-eficientes-microorganismos-eficientes.html](#)
0.4% 6 resultados
- ✓ [10] [fitosanitariosweb.com/como-podemos-aplicar-los-microorganismos-eficientes/](#)
0.4% 6 resultados
- ✓ [11] [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093#:~:text=Los microorganismos eficientes o ME \(del inglés Efficient,e incluso pueden completarse \(Hoyos et al., 2008\).](#)
0.4% 5 resultados
1 documento con coincidencias exactas
- ✓ [13] [www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792023000100123](#)
0.3% 4 resultados
- ✓ [14] [lombrices.info/roja-californiana/](#)
0.2% 3 resultados
- ✓ [15] [www.scielo.org.mx/pdf/tip/v23/1405-888X-tip-23-e20200267.pdf](#)
0.2% 2 resultados
- ✓ [16] [es.wikipedia.org/wiki/Eisenia_fetida](#)
0.2% 2 resultados
- ✓ [17] [emilopezcano.github.io/estadistica-ciencias-ingenieria/doe.html](#)
0.1% 3 resultados
- ✓ [18] [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300073](#)
0.2% 3 resultados
- ✓ [19] [es.wikipedia.org/wiki/Compost](#)
0.2% 4 resultados
- ✓ [20] [scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf](#)
0.2% 3 resultados
- ✓ [21] [www.semanticscholar.org/paper/Vermicomposting:-A-management-tool-to-mitigate-Alshehrei-Ameen/cd8e2931b9ee2ee0a4fb6217eeab6fbc3fc1e43c](#)
0.2% 3 resultados
- ✓ [22] [www.mdpi.com/2079-9284/3/3/26](#)
0.1% 3 resultados
- ✓ [23] [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X19306976](#)
0.2% 1 resultados
- ✓ [24] [link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-18006-z](#)
0.1% 1 resultados
- ✓ [25] [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000300008](#)
0.1% 2 resultados
- ✓ [26] [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202019000200001](#)
0.1% 3 resultados
- ✓ [27] [www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000300005](#)
0.1% 2 resultados
- ✓ [28] [elnortehoycr.com/2023/11/20/conozca-los-beneficios-de-las-lombrices-de-tierra-en-la-agricultura-y-ambiente/](#)
0.1% 1 resultados
- ✓ [29] [aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84](#)
0.1% 2 resultados
- ✓ [30] [biologia.laguia2000.com/microbiologia/fases-del-proceso-de-compostaje-como-se-hace-el-compost](#)
0.1% 2 resultados
- ✓ [31] [link.springer.com/article/10.1007/s42965-021-00212-y](#)
0.1% 1 resultados
- ✓ [32] [www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4770](#)
0.1% 1 resultados
- ✓ [33] [context.reverso.net/traduccion/espanol-ingles/parámetros identificados para](#)
0.1% 2 resultados
- ✓ [34] [vdocuments.mx/microorganismos-eficientes-y-agropecuaria.html](#)
0.1% 1 resultados
- ✓ [35] [support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/graphical-summary/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/](#)

[35] 0.1% 1 resultados

[36] [www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/Descomposicion Estacional.pdf](http://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/Descomposicion%20Estacional.pdf)
0.0% 1 resultados

[37] scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100265
0.1% 1 resultados

[38] support.minitab.com/en-us/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/factorial-and-screening-designs/factorial-and-fractional-factorial-designs/
0.0% 1 resultados

[39] drgconstruction.com/romi/microorganismos-eficientes-y-sus-beneficios-para-los-agricultores
0.1% 1 resultados

[40] scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000200093
0.1% 1 resultados

75 páginas, 12423 palabras

Nivel del plagio: 7.0% seleccionado / 7.0% en total

90 resultados de 41 fuentes, de ellos 41 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios*

Sensibilidad: *Media*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

Facultad de ingeniería

Carrera profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES Y LA LOMBRIZ
ROJA CALIFORNIANA EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST Y
VERMICOMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA
HUARACLLA - JESÚS 2023”

Bach. Angel Alvaro Julcamoro Tucto

Bach. Anghelo Raúl Flores Soriano

Asesor:

Mag. Alcibiades Aurelio Martos Díaz

Cajamarca– Perú

Diciembre – 2023

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

Facultad de ingeniería

Carrera profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES Y LA LOMBRIZ

ROJA CALIFORNIANA EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST Y

VERMICOMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA

HUARACLLA-JESÚS 2023

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título

Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgo

Bach. Ángel Alvaro Julcamoro Tucto

Bach. Anghelo Raúl Flores Soriano

Asesor:

Mag. Alcibiades Aurelio Martos Díaz

Cajamarca– Perú

Diciembre – 2023

COPYRIGHT © 2023 by

ÁNGEL ALVARO JULCAMORO TUCTO

ANGHELO RAÚL FLORES SORIANO

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y PREVENCION DE
RIESGOS

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO
PROFESIONAL

EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS
EFICIENTES Y LA LOMBRIZ ROJA
CALIFORNIANA EN LA PRODUCCIÓN DE
COMPOST Y VERMICOMPOST A PARTIR DE
RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA HUARACLLA-
JESÚS 2023

Presidente:	Dr. Persi Vera Zelada
Secretario:	Mag. Alcibiades Aurelio Martos Díaz
Vocal:	Dr. Miguel Ángel Arango Llanto
Asesor:	Mag. Alcibiades Aurelio Martos Díaz

Dedicatoria

La presente investigación de tesis la dedico a mis padres Gilmer y Aidé, ya que gracias a ellos logré culminar mi carrera profesional, a mis hermanas Meliza y Yessica que con sus consejos y motivaciones me ayudaron y me dieron motivación para seguir adelante, a familiares y amigos que estuvieron conmigo en todo este tiempo dándome su apoyo incondicional, a Dios que me dio las fuerzas necesarias para poder lograr así mi objetivo y mi formación como profesional.

Anghelo.

La presente investigación de tesis la dedico a mis padres, ya que gracias a ellos logré culminar mi carrera profesional, a mis hermanos que con sus consejos y motivaciones me ayudaron y me dieron fortaleza y motivación para seguir adelante, a Dios que me dio las fuerzas y necesarias para poder lograr así mi objetivo, así mismo también a las personas que contribuyeron en mi formación como profesional.

Alvaro

Agradecimiento

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la fortaleza de levantarnos después de cada caída y tropiezo, por demostrarnos que somos capaces de lograr todo lo que nos propongamos, por enseñarnos que lo malo siempre pasa y por hacernos ver que la esperanza existe.

A nuestros docentes de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos por los aprendizajes recibidos durante nuestra formación académica profesional, así como a nuestras familias por apoyarnos en todo momento.

De igual forma, a la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo y especialmente a nuestro asesor Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy, quien, con sus conocimientos y experiencia, nos motivaron a concluir con nuestro proyecto de tesis de una manera satisfactoria.^[1]

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de residuos orgánicos en la Huaraclla-Jesús 2023. Se aplicó una metodología de diseño factorial con una unidad de análisis en residuos orgánicos, asimismo, se aplicó un método analítico-sintético.^[0] De acuerdo a los resultados, se encontró que existe un buen efecto de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de residuos orgánicos.

Las características de calidad del compost fueron: 7.4pH, Conductividad Eléctrica fue de 588 mS/m, materia orgánica fue de 25.2% y nitrógeno fue de 15.76mg/g; y para el vermicompost fueron: 7.5pH, Conductividad Eléctrica fue de 108.9 mS/m, materia orgánica fue de 17.6% y nitrógeno fue de 8mg/g. Se concluye que, las características del compost y vermicompost indican que son de buena calidad.

Palabras clave:^[21] microorganismos, lombriz, residuos orgánicos, compost

Abstract

The main objective of this research is to evaluate the effect of efficient microorganisms and the Californian red earthworm in the production of compost and vermicompost from organic waste in the Huaracilla-Jesús 2023. A factorial design methodology was applied with a unit of analysis in organic waste, and an analytical-synthetic method was applied. According to the results, it was found that there is a good effect of efficient microorganisms and red Californian earthworm in the production of compost and vermicompost from organic waste. The quality characteristics of the compost were: 7.4pH, electrical conductivity was 588 mS/m, organic matter was 25.2% and nitrogen was 15.76mg/g; and for the vermicompost were: 7.5pH, electrical conductivity was 108.9 mS/m, organic matter was 17.6% and nitrogen was 8mg/g. It is concluded that, the characteristics of compost and vermicompost indicate that they are of good quality.

Key words: microorganisms, earthworm, organic waste, compost.

TABLA DE CONTENIDO

Y

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	1
Abstract.....	3
TABLA DE CONTENIDO.....	4
INDICE DE TABLAS.....	6
INDICE DE GRAFICOS.....	7
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	8
1. Planteamiento del problema de investigación.....	8
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	8
1.2. Definición del problema.....	10
1.3. Objetivos de la investigación.....	10
1.4. Justificación de la investigación.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2. Antecedentes Teóricos.....	12
2.2. Fundamentos teóricos de la investigación.....	12
2.3. Marco teórico.....	16
2.4. Discusión teórica.....	25
2.5. Definición de términos.....	26
2.6. Hipótesis de la investigación.....	27
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28

3.1. Diseño experimental.....	28
3.2. Población.....	28
3.3. Muestra.....	29
3.4. Método de investigación.....	29
3.5. ^[0] Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos de la investigación.....	31
3.8. Operacionalización de las variables.....	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4. ^[26] Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	33
6.1. Conclusiones.....	52
6.2. Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la lombriz.....	20
Tabla 2. Codificación de factores.....	28
Tabla 3. Matriz de operacionalización de las variables.....	32
Tabla 4. Características de la compostera.....	33
Tabla 5. Lectura de temperatura, pH y humedad en el compostaje.....	35
Tabla 6. Características del vermicompost.....	38
Tabla 7. Lectura de temperatura, pH y humedad del vermicompost.....	40
Tabla 8. Parámetros de calidad para compost.....	44
Tabla 9. Resultados del compost.....	44
Tabla 10. Parámetros de calidad para vermicompost.....	46
Tabla 11. Resultados del vermicompost.....	46
Tabla 12. Estadísticas descriptivas del pH del compost y pH de vermicompost....	49
Tabla 13. Prueba T e IC de dos muestras: pH compost; pH Vermicompost.....	49
Tabla 14. Estadísticas descriptivas de la temperatura del compost y temperatura de vermicompost.....	49
Tabla 15. Prueba T e IC de dos muestras: temperatura compost; temperatura del Vermicompost.....	50
Tabla 16. Prueba T e IC de dos muestras: temperatura compost; temperatura del Vermicompost.....	50
Tabla 17. Prueba T e IC de dos muestras: humedad compost; humedad del vermicompost.....	51

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. ^[1] Evolución de pH en el compost.....	36
Gráfico 2. Evolución de temperatura en el compost.....	37
Gráfico 3. ^[1] Evolución de la humedad del compost.....	38
Gráfico 4. Evolución de pH en el compost.....	41
Gráfico 5. Evolución de temperatura del vermicompost.....	42
Gráfico 6. Evolución de la humedad del vermicompost.....	43
Gráfico 7. Prueba de normalidad del pH, Temperatura y humedad del compost..	48
Gráfico 8. Prueba de normalidad del pH, Temperatura y humedad del vermicompost.....	49

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En el mundo, se producen alrededor de 1.900 millones de toneladas (MT) de desechos entre orgánicos e inorgánicos cada año, de los cuales casi el 30 % no se recoge de manera adecuada lo cual representa un riesgo para la población mundial, sin embargo, se espera que la generación de residuos sólidos aumente a 3400 MT para 2050, se estima que una persona promedio genera casi 0,74 kg de residuos sólidos todos los días, representando un alto nivel de contaminación a nivel mundial (Nanda y Berruti, 2021).

Además, la gestión inadecuada de los residuos no solo perjudica la humanidad y la naturaleza, sino que también aumenta el cambio climático y provoca que las naciones, así como los gobiernos inviertan más recursos financieros y materiales para su remediación. En consecuencia, las tecnologías ideales para la gestión de residuos sólidos no solo conducen a la protección de los ecosistemas y al desarrollo sostenible, sino que también son fundamentales para forjar una economía circular (Wainaira, et al. 2020).

En la actualidad, Estados Unidos genera 35 millones de toneladas de desperdicio de alimentos al año, mientras que China y la Unión Europea generan 82 millones de toneladas y 89 millones de toneladas al año respectivamente (Kumar y Samadder, 2020), en tal sentido, la eliminación de desperdicios se percibe como un problema agudo y de gran alcance tanto en las regiones urbanas como provinciales en todo el mundo (Abdel y Mansour, 2018).

En Latinoamérica, los alimentos desperdiciados constituyen el 28% en generación, el 28% en consumo, el 22% en contexto de almacenamiento, el 17% en actividades de comercialización, y el 6% en en la manipulación, que provocan aproximadamente el 9% de emisiones de gas de vivero globalmente, los cuales tienen impactos en la salud humana (Comisión Económica para América Latina, 2021).

En el Perú se generan 7'905'118 toneladas de desechos anuales, de los cuales 44.31% se disponen inadecuadamente, mientras que el 76.47% tienen un potencial de valorización, sin embargo, en el año 2020, solo se valorizaron 59 022 T de residuos sólidos, una de las alternativas que se aplicó para valorizar dichos residuos fue por medio del compostaje (Ministerio del ambiente, 2022).

^[1] Frente a la problemática de la generación de residuos orgánicos, es necesario establecer nuevas medidas para reutilizar estos residuos, una de las alternativas es por medio del compostaje (Huamani, et al. 2020), el cual se caracteriza como la mezcla de materia natural en descomposición bajo condiciones que consumen oxígeno utilizada para mejorar la estructura del suelo y dar suplementos (Carvalho y Casas, 2022), en este proceso interviene la actividad microbiana que es responsable de la descomposición de la materia orgánica, que finalmente produce el producto final orgánico relativamente estable que es el compost (Sayara, et al. 2020).

^[3] Por otra parte para acelerar la obtención de vermicompost se utilizará la lombriz roja Californiana (*Eisenia fetida*) los cuales son organismos invertebrados del suelo más comunes y se consideran ingenieros biofísicos del suelo, es por ello que desempeñan un papel sustancial en el mejoramiento de las escenarios biofísicos

del suelo, como la estructura del suelo, la inmovilización de nutrientes, la estructura y el funcionamiento de la comunidad microbiana para apoyar el crecimiento y desarrollo de las plantas (Chen, et al. 2018).

Por otro lado, se aplicará microorganismos eficientes durante la producción de compost, estos microorganismos son una comunidad microbiana formada por hongos y bacterias de suelos forestales y con potencial benéfico para el desarrollo vegetal, estos microorganismos restablece el ajuste microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas y ampliando los rendimientos agrícolas, en ese sentido los microorganismos eficientes (EM) mejoran las condiciones del suelo (Araujo, et al. 2021).

^[0] 1.2. Definición del problema

¿Cuál es el efecto de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de residuos orgánicos en la Huaraclla-Jesús 2023?

1.3. Objetivos de la investigación

^[0] 1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de residuos orgánicos en la Huaraclla-Jesús 2023.

^[0] 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las condiciones de temperatura y humedad en la producción de compost con la aplicación de microorganismos eficientes en la Huaraclla-Jesús 2023.

- Determinar las condiciones de temperatura y humedad **en la producción de** vermicompost **con la aplicación de** la Lombriz roja californiana en la Huaraclla-Jesús 2023.
- [0] ▶ □ Determinar el tiempo de producción del compost **con la aplicación de** **microorganismos eficientes en la** Huaraclla-Jesús 2023.
- Determinar el tiempo de producción del vermicompost con la aplicación de la Lombriz roja Californiana en la Huaraclla-Jesús 2023.
- [7] ▶ □ Evaluar las características del compost **con la aplicación de microorganismos** **eficientes en la** Huaraclla-Jesús 2023.
- Evaluar las características del vermicompost con la aplicación de la lombriz roja Californiana en la Huaraclla-Jesús 2023.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación teórica:^[0] Tiene sustento relacionado con la preocupación del investigador por ampliar los enfoques hipotéticos que tratan con el tema aclarado , en orden al desarrollo de la información en una línea de investigación, por lo tanto, se busca profundizar los conocimientos en torno a **el efecto de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de** desperdicios orgánicos.

Justificación social: Tiene sustento en la obtención de compost y vermicompost influirá de manera positiva en las condiciones de vida de la población, puesto que estos abonos orgánicos no generan contaminación y promueven cultivos saludables, además contribuyen de manera positiva al ambiente ya que para obtener este tipo de abonos se utiliza como materia prima los residuos orgánicos,

los cuales mayormente resultan en botaderos generando un alto nivel de contaminación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

I.

2. Antecedentes Teóricos

2.2. Fundamentos teóricos de la investigación

Antecedentes internacionales

Cherry, et al. (2019) elaboraron vermicompost con la aplicación de lombrices de tierra, para lo cual se entregaron la planta de jacinto, la planta de banano y el estiércol para hacer vermicompost. En cada experimento, se usó como control un tanque de ladrillos (60x60x30cm) que solo contenía tierra (T1), tierra y estiércol de vaca (T2), tierra y planta de jacinto (T3), tierra y planta de banano (T4), tierra, planta de jacinto y banano planta (T5), suelo, planta de jacinto, planta de banano y estiércol de vaca (T6) fueron expuestos a cincuenta lombrices de tierra locales en cada tanque. Los valores de nutrientes se determinaron a partir del compost y se compararon con los del control. A partir de estos resultados, se encontró que los valores de N, P, K fueron máximos en compost obtenido de suelo, planta de jacinto, planta de banano con tanque de vermicompost de estiércol de vaca. Por lo tanto, las lombrices indígenas también demostraron ser prometedoras en la producción de vermicompost de buena calidad.

Jat et al. (2022) estudiaron el impacto de diferentes residuos orgánicos, a saber. desechos agrícolas, desechos vegetales, malezas estacionales y hojarasca con estiércol de vaca en varias proporciones (8:4, 8:5 y 8:6) sobre las propiedades químicas del vermicompost a los 10, 20 y 30 días de intervalo de vermicompostaje. En el experimento se utilizó *Eisenia foetida*, una lombriz de tierra epigea. El resultado reveló que los sustratos y la proporción de sustrato

orgánico a estiércol de vaca influyeron significativamente en las propiedades químicas del vermicompost. El material de alimentación que tenía residuos vegetales en una proporción de 8:6 dio el mayor contenido de nitrógeno total, fósforo total y potasio total y la relación C:N y PH más bajos. Mientras que el mayor carbono orgánico total lo obtuvieron los residuos vegetales en una proporción de 8:4.

Ginette et al. (2021)^[1] efectuaron una alternativa sostenible para el reciclaje de residuos orgánicos domiciliarios a través de un proceso de vermicompostaje, en ese sentido se realizó vermicompostaje de residuos orgánicos domiciliarios durante 46 días, los resultados durante el precompostaje, la temperatura alcanzó un máximo de $54,3 \pm 5,4^{\circ}\text{C}$, el pH varió entre 9,44 y 8,53; los valores medios obtenidos de la relación C/N fueron, 11,04-11,68 .El vermicompost obtenido reveló altos niveles de nutrientes como N, P, K, Ca y Mg. La prueba de fitotoxicidad en lechuga mostró tasas de germinación superiores al 50%, lo que revela la naturaleza no tóxica de la vermicomposta producida, se concluyó que la vermicomposta fueron ricas en nutrientes y exhibieron la no fitotoxicidad. Por lo tanto, el vermicompostaje se puede aplicar en el contexto de Camerún para transformar los desechos orgánicos en fertilizante orgánico adecuado para la agricultura sostenible.

Wan, et al. (2020) realizaron la inoculación de microorganismos en el compost de gallinaza, durante la investigación se evaluaron las influencias de la temperatura, la humedad, el pH, la relación C/N, la inmunización con microorganismos retrasó la organización termófila en el compostaje en comparación con los racimos control, aumentando la temperatura, el pH y la tasa de germinación a medida que

avanzaba el período de compostaje. Esto sugiere que la inmunización con microorganismos fue útil para estimular la preparación del compostaje, también se observaron mejoras en la tasa de cambio de nitrógeno, los niveles de humificación y el desarrollo del compostaje en las pilas de inmunización. En conclusión, sugerimos inocular utilizando cócteles de microorganismos para aumentar la eficiencia y promover la madurez en el compostaje de gallinaza.

Van, et al.^[0] (2018) **evaluaron el efecto de los microorganismos eficientes en la producción de compost a** escala laboratorio, la metodología fue experimental, los resultados indicaron que el proceso de compostaje alcanzó una temperatura más alta en **la planta de partida**, con la ocultación de malos olores, un mejor control de humificación y una mejor reducción de grasa (73%). Las propiedades incluyeron pH 7, conductividad eléctrica 2, proporción carbono-nitrógeno (C: N 14), tasa de germinación (100 %), corrosivo húmico sustancia (4.5-4.8%) y sustancia patógena (sin Salmonella, 1000 Número probable/g E. coli), con los resultados obtenidos se llegó a concluir que los EM permiten la obtención de un compost de calidad.

^[0] Antecedentes nacionales

Melendrez y Sanchez (2019) **evaluaron la influencia de los microorganismos eficientes en la** producción de compost en Catachi- Peru, la metodología fue de diseños de bloques completamente al azar, en ese sentido se aplicaron cuatro tratamientos de 0, 250, 500, 1000 mL de EM en 10 L de solución acuosa, obteniendo como resultados que antes de iniciar la producción de compostaje fueron que la relación C:N fue de 31.25, en lo referente a los parámetros de Nitrógeno, fósforo, potasio, cadmio, humedad, materia orgánica, carbono

orgánico, no logran cumplir con lo establecido en la norma Chilena 2880, finalmente se concluye que el T2 y T3 del proceso de compostaje son los únicos que cumplen con lo establecido en la presente norma por lo tanto solo estos dos tratamientos pueden ser utilizados como abono orgánico.

Sanchez y Dominguez (2020) determinaron la eficiencia de los microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de desechos orgánicos domiciliarios en Bello Horizonte, para lo cual, la metodología fue de tipo aplicada y de diseño no experimental, la población de estudio fueron los residuos orgánicos. Los resultados fueron que el compost se encontraba con un pH 7, materia orgánica 11,0558 %, el nitrógeno fue de 101,6 mg/kg, en lo referente a los metales pesados se encontraban dentro de lo establecido en la norma chilena 2880, otro de los resultados encontrados que la composición óptima sucede con 2L de melaza y leche, 3 puños de tierra y 300 gr de levadura permite obtener un compost de calidad, se concluye que los microorganismos eficientes aceleran el proceso de compostaje.

Chaparro, et al. (2020) utilizaron microorganismos eficientes para la producción de compost a base de desechos orgánicos, la metodología fue de tipo experimental con tratamientos y repeticiones, los resultados fueron que la temperatura máxima en la elaboración de compost fue de 53 °C a los 20 días, mientras que la temperatura máxima a los 45 días fue de 45 °C, con la presente investigación se llegó a concluir que la adición de Mende Activo al 10 % en conseguir compost disminuyó su manejo a 40 días y sin la expansión tardó 80 días, en ese sentido, resulta de vital importancia utilizar microorganismos eficientes ya que permite acelerar el proceso de compostaje.

Reynoso (2021) elaboraron vermicompost como estiércol de vacuno utilizando lombriz roja californiana y microorganismos eficientes en Huánuco, la metodología utilizada fue de tipo experimental, con diseño prospectivo, en tal sentido se formaron 12 parcelas con 6 tratamientos el cual incluía el testigo, en lo concerniente al tiempo que demandó obtener vermicompost con los microorganismos eficientes y lombriz roja californiana fue de 2 meses, los resultados fueron que la mayor cantidad de vermicompost fue de un 65.95% equivalente a uno 150 kg de producción, por otro lado se logró producir un compost de segunda calidad en un 32.57%, finalmente se logró producir un compost de tercera de calidad con un nivel porcentual del 1.48%, se llegó a concluir que luego de la descomposición de la lombricomposta en tratamientos se incrementa el peso y se disminuye el volumen con una viabilidad de ampliar la generación de calidad.

Vásquez (2018) evaluó el impacto de la lombriz roja californiana en la calidad del producto de compostaje elaborado a base de desechos orgánicos, la metodología fue de tipo experimental a través de la adición de 10 kg de desperdicios en tres composteras con distintas cantidades de lombrices las cuales fueron 50, 100, 150 , el proceso de compostaje duró 75 días, posteriormente a ello se analizó el contenido de macronutrientes, obteniendo como resultados que los macronutrientes se encontraron superiores con una proporción de 150 g de lombrices en lo cual los resultados fueron K (3.92%), N (3.92%),P (1.82%), se llegó a concluir que la lombriz roja californiana influye en la calidad de la obtención del compost.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Los microorganismos eficientes (EM)

Los microorganismos eficientes son aquellos productos formulados líquidos, los cuales se caracterizan como aeróbicas, anaeróbicas y en algunos casos son fotosintéticas cuyo logro fundamental es coexistir en comunidades microbianas (Tanya y Leiva, 2019).

2.3.2. Composición de los microorganismos eficientes (EM)

Los EM se componen de cinco racimos microbianos comunes organismos microscópicos lácticos corrosivos, organismos microscópicos fotosintéticos, levaduras, actinomicetos, parásitos filamentosos con capacidad fermentativa.

□ Bacterias ácido lácticas.

Las bacterias del ácido láctico son cocos o bacilos grampositivos, catalasa negativos, no esporulados, no móvil, tolerante a la corrosión, no respiratorio pero aerotolerante. Caracterizado por la generación de ácido láctico (LA) como el último elemento metabólico del envejecimiento de los carbohidratos. Además, la mayoría de las LAB son parte del filo Firmicutes, clase Bacilli y orden Lactobacillales. El orden Lactobacillales incluye seis familias, es decir, Lactobacillaceae, Carnobacteriaceae, Enterococcaceae, Aerococcaceae, Streptococcaceae y Leuconostocaceae (Mora et al. 2020).

□ Bacterias fotosintéticas

Las bacterias fotosintéticas (PSB) son un grupo de bacterias gramnegativas que poseen una amplia gama de capacidades metabólicas, incluida la fotosíntesis (foto heterótrofa), la respiración aeróbica (quimioheterótrofa), la fermentación anaeróbica y la fijación de nitrógeno, asimismo la PSB se puede clasificar en

cuatro categorías: bacterias de azufre púrpura, bacterias no de azufre púrpura, bacterias de azufre verde y bacterias no de azufre verde (Caoa, et al. 2020).

[1 5] ▶ □ Levaduras

Las levaduras son aquellos microorganismos microscópicos los cuales pertenecen al reino fungi los cuales se caracterizan porque exhiben perfiles nutricionales heterogéneos, las levaduras suelen colonizar una gran diversidad de ecosistemas y están adaptadas a diversas temperaturas, altitudes y sustratos y ubicaciones geográficas (González, et al. 2020).

2.3.3. ^[3]▶ Hongos filamentosos con capacidad fermentativa

Los hongos filamentosos son ubicuos en la naturaleza, con una parte fundamental para mantener el status de los sistemas biológicos a través de la descomposición de la materia natural, la reutilización de suplementos y las interacciones simbióticas. Los hongos filamentosos son filogenéticamente diversos; sin embargo, los miembros de tres grupos, a saber, ascomicetos, basidiomicetos y zigomicetos, se encuentran principalmente en asociación con estudios de investigación de mitigación de la contaminación o explotación comercial (Ferreira, et al. 2020).

2.3.4. Los microorganismos eficientes en el compost

Los microorganismos eficientes son vitales para el cambio y movimiento de suplementos tanto en el suelo como en el compost. De esta forma, la aparición de organismos microscópicos y parásitos en las diversas etapas del compostaje es básico para llevar a cabo la suplementación del compost con suplementos. Durante el proceso de compostaje existen diferentes bacterias que contribuyen a la transformación del nitrógeno así como hongos y bacterias que favorecen la solubilización del fósforo y potasio (Sanchez, et al. 2017).

^[7] El compost de microorganismos productivos podría ser un fertilizante bio orgánico organizado mediante la combinación de inoculantes microbianos, lo que fortalece el crecimiento de las plantas y la madurez del suelo. El uso de compost orgánico EM no solo ayuda a equilibrar el suministro de nutrientes, sino que también reduce el costo del cultivo, lo cual está respaldado por varios informes sobre el uso integrado de compost EM y fertilizantes químicos en cultivos (Sharma, et al. 2017).

2.3.5. ^[0] Ventajas de los microorganismos eficientes (EM)

De acuerdo a Luna (2017) dentro de las ventajas de los microorganismos eficientes (EM) tenemos las siguientes.

- Los microorganismos eficientes se considera un producto orgánico sin manipulación genética, en ese sentido se caracterizan por ser bien aceptadas en todas las clases de unidades productivas.
- La adición de microorganismos eficientes permite que los desechos orgánicos se transforman en abonos de buena calidad.

- Los microorganismos eficientes mejoran la biota del suelo, las propiedades físico químicas, lo cual conlleva al aumento de las cosechas.
- La aspersión de los microorganismos eficientes reduce los malos olores cuando existe presencia de excretas de cerdo y ganado.
- [1 0] ▶
□ La aplicación de los microorganismos eficientes en los efluentes permite otorgar un tratamiento a este tipo de efluentes.

2.3.6. Lombricultura

La lombricultura se define como la crianza y manejo de las lombrices de tierra las cuales se encuentran en condiciones de cautiverio, las lombrices son conservadas, en sentido la lombricultura resulta importante para desarrollar un eficiente proceso de compostaje (Canales, et al. 2020).

2.3.7. Lombriz roja californiana

La lombriz de tierra roja californiana fue criada para acelerar la eliminación de residuos orgánicos a finales de los años 50 en los Estados Unidos bajo el liderazgo de Thomas Jason Barrett.^{[16]▶} La raza de lombriz roja californiana es el resultado del trabajo de cría entre una gusano del estiércol (*Eisenia foetida*) y un gusano brandling (*Eisenia andrei*) de la familia de lombrices de tierra (Lumbricidae) del suborden de las lombrices de tierra (Lumbricina) (Kolesnyk, et al. 2018).

^{[2]▶} Las lombrices de tierra son vertebrados pertenecientes al filo Annelida y clase Oligochaeta.^{[2]▶} Las lombrices de tierra se llaman así porque casi siempre son terrestres y viven en suelos ricos en humedad, salen por la noche para alimentarse.

^{[2]▶} Las lombrices de tierra son animales largos, filiformes, alargados, cilíndricos, de cuerpo blando con estructuras anulares uniformes a lo largo de su cuerpo. Estos cuerpos están formados por segmentos, organizados en series lineales, y

resaltados externamente por surcos circulares llamados anillos (Thakur, et al. 2021).

^[2] Por otro lado las lombrices de tierra son invertebrados terrestres, su sistema digestivo es único en el sentido de que corre por todo su cuerpo y una gran cantidad de quimiorreceptores se encuentran cerca de la boca. ^[2] El intestino está revestido con músculos circunferenciales y longitudinales que mueven la comida digerida hacia el ano del gusano, la capacidad de las lombrices de tierra para mineralizar minerales complejos y materia orgánica les otorga un alto potencial para reducir el tiempo de degradación al proporcionar condiciones óptimas para la actividad microbiana que puede descomponer la materia orgánica de manera simple (Khaldoon, et al. 2022).

2.3.8. Clasificación taxonómica de la lombriz californiana

De acuerdo a Loor (2018), la clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana es la siguiente:

Tabla 1. Taxonomía de la lombriz

2.3.9. Biología de la reproducción de E. fétida

La Eisenia fetida pertenece a la familia Lumbricidae y al género Eisenias, presenta un color rojo oscuro rayado, cuerpo segmentado viscoso y abdomen amarillento. La segmentación lo ayuda a girar y excavar, mientras que las rayas son una adaptación para camuflarse y evitar la depredación. El exoesqueleto está

compuesto por quitina, un polisacárido nitrogenado que ayuda al gusano a moverse y excavar en sustratos duros.^{[2]•} Esto significa que la quitina es proporcional a la edad, los gusanos más viejos tienen niveles más altos de quitina y viceversa, además depende en gran medida de la textura del sustrato de cultivo (Nzila, et al. 2019).

2.3.10.^{[3]•} El vermicompostaje

El vermicompostaje es un proceso respetuoso con el medio ambiente de biooxidación y estabilización de desperdicios como residuos de papel, estiércol animal, desechos industriales, lodos de aguas residuales municipales, entre otros.

^{[3]•} Recientemente, se demostró que una de las especies de lombrices de tierra más adecuadas para el vermicompostaje, es *Eisenia fetida* (Budroni, et al. 2020).

^{[3]•} Por otro lado el vermicompostaje es un proceso no termofílico (mesofílico) que utiliza el sistema digestivo de las lombrices de tierra para transformar los desechos orgánicos en un producto similar al humus que representa un fertilizante nutritivo de alto valor y enmienda del suelo, en este complejo proceso de descomposición, las lombrices de tierra se alimentan de hongos y otros microorganismos disponibles y producen vermicompost que se enriquece en relación con el estado inicial de los desechos ingeridos (Pierre, et al. 2021).

2.3.10.1. Ventajas del vermicompost

Según Singh, et al. (2020) dentro de las ventajas del vermicompost tenemos las siguientes:

- Proporciona un efecto excelente en el crecimiento general de la planta, estimula el crecimiento de nuevos brotes / hojas y mejora la calidad y la vida útil del producto.
- Fluye libremente, es fácil de aplicar, manejar y almacenar y no tiene mal olor.
- [2] ▶ □ Mejora la estructura del suelo, la textura, la aireación y el agua capacidad de retención y previene la erosión del suelo.
- [2] ▶ □ Es rico en microflora beneficiosa, como fijadores, solubilizadores de P, microflora que descompone la celulosa, etc. además de mejorar el medio ambiente del suelo.
- Contiene capullos de lombriz y aumenta la población y actividad de lombrices en el suelo.
- Previene pérdidas de nutrientes y aumenta la eficiencia de uso de fertilizantes químicos y mejora la descomposición de materia orgánica en el suelo.
- Está libre de patógenos, elementos tóxicos, semillas de malas hierbas, etc. y minimiza la incidencia de plagas y enfermedades.

2.3.10.2.^[2] Selección del sitio para la preparación de vermicompost

Las lombrices de tierra les gusta vivir en lugares sombríos y húmedos y tales condiciones son adecuadas para su multiplicación más rápida. Los gusanos permanecen vivos en ambientes bajos y saturados de agua en comparación con altas temperaturas y condiciones secas. Las lombrices de tierra necesitan la humedad adecuada, ya que no pueden vivir en agua estancada, por lo tanto, asegúrese de que haya un drenaje adecuado en la unidad de vermicomposta. Un

rango de temperatura entre 20 °C y 30 °C es óptimo para una multiplicación y crecimiento más rápidos de las lombrices (Ahmad, et al. 2021).

2.3.11. El compost

El compostaje es una de las técnicas de gestión de residuos utilizada para la reducción de residuos destinados a la eliminación. Este compost contiene una gran cantidad de material orgánico que se puede vender a los agricultores para ayudar a la fertilidad del suelo y mejorar la producción de cultivos, en ese sentido se debe promover el desarrollo de tecnologías novedosas que puedan ayudar en la conversión de desechos sólidos en compost y aceptarlos como un producto de enmienda del suelo (Alshehrei y Ameen, 2021).

2.3.11.1. Etapas de compostaje

De acuerdo a (Sayara, et al. 2020) dentro de las etapas del compostaje tenemos las siguientes

- Fase “activa” de descomposición: A medida que la población microbiana comienza a degradar el material más fácilmente degradable y la población aumenta, el calor generado por la actividad microbiana se acumula dentro de la pila y la temperatura continúa aumentando constantemente, pasando desde el rango mesófilo (25-45 °C) hasta el termófilo (más de 45 °C). Las temperaturas termófilas (55 °C y más) son deseables porque matan más patógenos.
- Fase de enfriamiento: A medida que se agota el suministro de compuestos de alta energía, la temperatura del compost disminuye gradualmente y los microorganismos mesófilos vuelven a dominar la pila.

∩ Fase de “curado” de maduración: esto tiene lugar a una temperatura más baja, pero todavía ocurren muchas reacciones naturales durante esta fase, aunque la actividad microbiana es relativamente baja en comparación con las etapas anteriores. Una de las características de esta etapa es la humificación del material, lo que le da un valor interesante al compost producido.

2.3.11.2. Parámetros de calidad del compost

Temperatura:

La temperatura es un factor crucial que influye en las reacciones bioquímicas de las células de los organismos. A medida que la temperatura aumenta, los procesos metabólicos se aceleran y la velocidad de procesamiento de la materia orgánica se ve directamente afectada, hasta llegar a un punto crítico en el cual el proceso se ralentiza. Esto se debe principalmente a la desnaturalización de las proteínas, lo cual interrumpe el metabolismo normal de los microorganismos involucrados [CITATION Boh19 \l 2058].

La humedad:

Al inicio del proceso de compostaje los residuos sólidos suelen presentar altos índices de concentración de humedad que debe oscilar alrededor del 50%, esta presencia de humedad conduce a el aumento de la poblaciones microbianas que se encuentran de manera natural en los materiales utilizados con unas determinadas reacciones enzimáticas las cuales transforman las moléculas para hacerlas más estables. El aumento de humedad por encima de 60 % crea condiciones de

anaerobiosis, que retrasa la transformación de los restos y aumenta la generación de olores desagradables, además de producir lixiviados que disminuyen los nutrientes del compost [CITATION Boh19 \l 2058].

2.4. Discusión teórica

De acuerdo a las diversas fuentes bibliográficas consultadas, se ha logrado determinar que los microorganismos eficientes influyen de manera positiva en la obtención del compost, en sentido los microorganismos eficientes permiten acelerar el tiempo de producción de compostaje y de la misma manera permite conseguir compost con elevada calidad, en lo referente a lombricultura se enfoca en la crianza y manejo de las lombrices de tierra las cuales se encuentran en condiciones de cautiverio.

En ese contexto, las lombrices juegan un papel importante en el vermicompostaje el cual es un proceso respetuoso con el medio ambiente de bio oxidación y estabilización de desechos orgánicos como residuos de papel, estiércol animal, desechos industriales, lodos de aguas residuales municipales, entre otros. Recientemente, se demostró que una de las especies de lombrices de tierra más adecuadas para el vermicompostaje, *Eisenia fetida* (Budroni, et al. 2020).

^[0] Frente a la mala disposición de los desechos orgánicos se pretende **determinar la influencia de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana** en la obtención de un compost y vermicompost de calidad lo cual supone una buena alternativa para otorgarle un valor agregado a los residuos sólidos orgánicos que no se vienen segregando de manera correcta y suponen un riesgo de contaminación ambiental.

2.5. Definición de términos

Compost: El compostaje es una de las técnicas de manejo de residuos utilizada para la reducción de residuos destinados a la eliminación. Este compost contiene una gran cantidad de material orgánico que se puede vender a los agricultores para ayudar a la fertilidad del suelo (Alshehrei y Ameen, 2021).

Vermicompostaje:^[2] Es un proceso no termofílico (mesofílico) que utiliza el sistema digestivo de las lombrices de tierra para transformar los desechos orgánicos en un producto similar al humus (Pierre, et al. 2021).

Lombriz roja californiana: Es una especie criada para acelerar la eliminación de residuos, la raza de esta lombriz es el resultado del trabajo de cría entre un gusano del estiércol (*Eisenia foetida*) y un gusano brandling (*Eisenia andrei*) (Kolesnyk, et al. 2018).

Microorganismos eficientes: Son aquellos productos formulados líquidos, los cuales se caracterizan como aeróbicas y otras anaeróbicas y en otro de los casos son fotosintéticas (Tanya y Leiva, 2019).

Residuo orgánico: Los residuos orgánicos son aquellos residuos que se descomponen naturalmente y tienen la propiedad de desintegrarse o degradarse de manera rápida transformándose en materia orgánica (Vargas, et al. 2019)

Compostera: La compostera se define como un contenedor el cual es utilizada para la colecta de los desechos orgánicos y para la elaboración de compostaje, lo cual contribuye a la ventilación, calor y retención de la humedad (Cordova, et al. 2022)

Lombricultura: La lombricultura se define como la crianza y manejo de las lombrices de tierra las cuales se encuentran en condiciones de cautiverio (Canales, et al. 2020).

2.6. Hipótesis de la investigación

2.6.1.^[0] Hipótesis general

La aplicación de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana tienen efecto significativo en la producción de compost y vermicompost a partir de residuos orgánicos.

2.6.2.^[0] Hipótesis específicas

- La aplicación de microorganismos eficientes tiene efectos significativos en la temperatura y humedad del compost en la Huaraclla-Jesús 2023
- La aplicación de la Lombriz roja californiana tiene efectos significativos en la temperatura y humedad del vermicompost en la Huaraclla-Jesús 2023.
- La aplicación de microorganismos eficientes tiene efectos significativos en el tiempo de producción del compost en la Huaraclla-Jesús 2023.
- La aplicación de la Lombriz roja californiana tiene efectos significativos en el tiempo de producción del compost en la Huaraclla-Jesús 2023.
- La aplicación de microorganismos eficientes tiene efectos significativos en las características del compost en la Huaraclla-Jesús 2023.
- La aplicación de la lombriz roja californiana tiene efectos significativos en las características del compost en la Huaraclla-Jesús 2023.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño experimental^[17]

El diseño factorial permite evaluar los efectos de los factores de un proceso y las interacciones entre ellas sobre una variable respuesta, de esta manera, se aplicará un diseño factorial de 2³. De esta manera, los factores a evaluar fueron tanto las concentraciones de microorganismos eficientes como las concentraciones de lombriz, obteniendo una combinación de nueve tratamientos con tres repeticiones, por lo tanto, las unidades experimentales estuvieron contenidas por 18 tratamientos.

Tabla 2. Codificación de factores

Factores	Código del factor	Nivel del factor
Microorganismos eficientes	A	0.2 L
		0.4 L
		0.6 L
Lombriz	B	2 kg
		4 kg
		6 kg

El dimensionamiento fue en base a la instalación de las pilas con 30 kg de desechos orgánicos en cada una, utilizando un sistema abierto, cada pila debió tener un 1m de ancho x 1.5 m de largo x 60 cm de altura, separados por pasadizos de 60 cm. Estas pilas fueron situadas sobre un área de la localidad de

3.2. Población^[37]

La población abarca 120 kg de residuos orgánicos y la muestra estuvo definida por 20 kg de residuos orgánicos en cada unidad experimental, por lo tanto, el muestreo se realizó de manera no probabilística por conveniencia, ya que el criterio del analista interviene en la selección de las unidades de prueba con base en las características requeridas por la naturaleza del estudio (Ñaupás et al., 2018).

3.3.^[0] Muestra

La unidad de análisis **para la producción de compost** estuvo definida por los residuos orgánicos, que, a su vez en conjunto, constituyen la población dentro del contexto de residuos totales generados en los domicilios, mientras que la muestra representativa estuvo compuesta por la cantidad **de residuos orgánicos** necesarios para la composición de las unidades experimentales sobre compost y vermicompost.

3.4. Método de investigación

La investigación empleó un método analítico-sintético desde las premisas analíticas derivadas del conocimiento y la síntesis que genera nuevos conocimientos a través del razonamiento (Anguera et al., 2020). Asimismo, de acuerdo con la naturaleza de los componentes del estudio, el trabajo se delimitó en el tipo aplicada que tiene sustento en los estudios básicos, por otro lado, la investigación fue descriptiva porque se detallaron las características de los métodos de fabricación, así como los productos de compost y vermicompost obtenidos.

^[0] De esta manera, se presentó un estudio experimental con unidades de ensayo, donde se aplicó un mínimo grado de control y un solo grupo de ponderación, el efecto de la variable también se observa sobre la variable dependiente, en este caso sobre el efecto **de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de desperdicios orgánicos.**

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnica

La técnica empleada en el estudio correspondió a la observación directa que permitió un registro visual de lo que sucedió en un tiempo determinado en un proceso experimental con la finalidad de obtener un conjunto de datos relevantes sobre la producción de compost y vermicompost.

3.5.2. Instrumento^[0]

Para la recolección de datos se requirió una ficha de registro como instrumento que facilita llevar un control de las condiciones de los procesos como temperatura, humedad y tiempo de producción de compost y vermicompost con la aplicación de microorganismos eficientes y lombriz roja respectivamente. Asimismo, se anotaron los resultados de los ensayos de laboratorio respecto a la calidad de los productos obtenidos.

3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron analizados a través de la estadística descriptiva utilizando como dispositivo el programa Excel para el diseño de tablas y gráficos, los cuales permitieron una mejor elaboración de la información en orden a cumplir con los objetivos planteados en este estudio. En ese sentido se utilizó la prueba t de student; la cual permitió evaluar si existen diferencias entre las cantidades de

compost y vermicompost con la aplicación de microorganismos eficiente y la lombriz roja californiana.

3.7. Aspectos éticos de la investigación

El estudio se sustentó en tres perspectivas éticas, dentro de las cuales inicialmente se utilizó información calificada como segura y fidedigna. También se mantuvo una parte autocrítica relacionada con la flexibilidad y, se demostró respeto mediante la citación correcta, con respecto a los derechos de los autores con la finalidad de evitar el plagio de ideas.

3.8. Operacionalización de las variables

Tabla 3. Matriz de operacionalización de las variables

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.^[0] Determinar las condiciones de temperatura y humedad en la producción de compost con la aplicación de microorganismos eficientes.

Primero, compost se elaboró en una pila de compostaje, el cual tuvo cantidades calculadas de materiales empleados, considerando las siguientes características:

Tabla 4. Características de la compostera

Condición	Descripción
Dimensión	El diseño de la pila compostera tuvo dimensiones de 0.60 m de altura, 2.00 m de largo y 1.50 m de ancho.
Materia prima	Los insumos para su elaboración fueron: arena, guano, cáscaras de fruta, cáscaras de verduras,

tierra de huerto y cáscaras de huevo.

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 4 se menciona las dimensiones de la pila compostera, que son 0.60 m de altura, 2.00 m de largo y 1.50 m de ancho. La materia prima utilizada para la elaboración del compost estuvo conformada por: arena, guano, cáscaras de fruta, cáscaras de verduras, tierra de huerto y cáscaras de huevo.

^[25] Figura 1 Esquema de la compostera

En la figura 1, se muestra el patrón de estratificación del compost, la cual está conformada por 4 capas. La primera capa contó con 7kg de materia prima, y estuvo compuesta por 1kg de arena, 3kg de guano, 0.500 kg de cascaras de fruta, 0.500 kg de cascaras de verduras, 1kg de tierra de huerto y 1 kg de cascaras de huevo. La segunda capa contó con 5kg de materia prima, y estuvo integrada por 2kg de guano, 0.500kg de cascaras de fruta, 0.500kg de cascaras de verduras, 1kg de tierra de huerto, 1 kg de cascaras de huevo. La tercera capa dispuso de 5kg de materia prima, constituido por 2kg de guano, 0.500kg de cascaras de fruta, 0.500 kg de verduras, 1kg de tierra de huerto, 1 kg de cascaras de huevo. Por último, la cuarta capa formada por 6kg de materia prima, compuesta por 2kg de guano, 1kg de cascara de fruta, 1kg de cascaras de verduras, 1kg de tierra de huerto y 1kg de cascaras de huevo.

En la tabla 4 y la figura 1 se indica la materia prima que se usó para la elaboración del compost, de la misma manera, Wan et al. (2020) menciona que la materia prima para la elaboración del compost en su investigación fue la gallinaza (guano de gallina); Sanchez y Dominguez (2020) y Chaparro et al. (2020), tuvieron como materia prima desechos orgánicos domiciliarios (entre ellos cascaras de frutas y verduras). Los autores mencionados incluyeron como materia prima para la elaboración de compost el guano de gallina y residuos orgánico, por lo que resulta ser buenos materiales para la elaboración de compost.

Luego de la elaboración del compost, se determinaron los valores de temperatura y pH del compost, los cuales se obtuvieron una vez por semana en dos meses de proceso, evidenciando las fases de mesófila, termófila, enfriamiento y maduración. Además, se realizó el riego y volteo cada 2 semanas conjuntamente con el agregado de más residuos.

Tabla 5. Lectura de temperatura, pH y humedad en el compostaje

Fase	Fecha	pH	Temperatura °C	Humedad %
Mesófila	01/08/2023	6.5	42.5	66%
	14/08/2023	6.5	43.8	81%
Termófila	21/08/2023	6.6	53.8	73%
	04/09/2023	6.7	40.5	65%
Enfriamiento	18/09/2023	6.8	38.3	58%
	02/10/2023	6.9	36.4	50%
	16/10/2023	7.0	33.2	45%
Maduración	30/10/2023	7.1	29.5	43%
	06/11/2023	7.4	27.3	35%

Fuente: Elaborado por el autor.

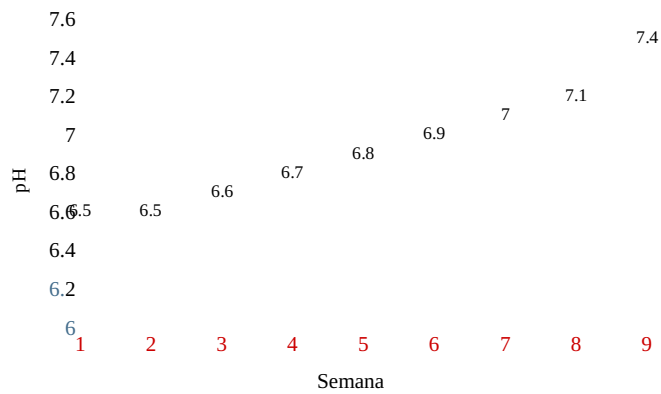


Gráfico 1. Evolución de pH en el compost.

En la tabla 5 y el gráfico 1, se muestra el valor mínimo de pH de 6.5 para el compost durante las primeras semanas, mientras que el pH máximo fue de 7.4, el cual se obtuvo durante la fase de maduración, es decir, en la novena semana, demostrando así, la existencia de una aireación buena que beneficia la proliferación de bacterias y una buena descomposición de materia orgánica. Estos resultados se pueden contrastar con los hallazgos obtenidos de Van et al. (2018), donde indican que el pH del compost obtenido en la etapa de maduración fue de 7, siendo óptimo y de buena calidad; de la misma manera, Sanchez y Dominguez (2020), obtuvieron los mismos resultados en el pH de su compost elaborado. Por lo tanto, existen diferencias con respecto al pH en la etapa de maduración del compost de los autores ya mencionados.

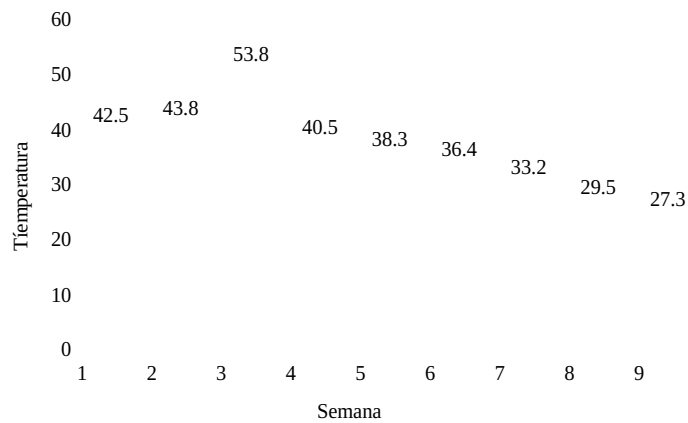


Gráfico 2. Evolución de temperatura en el compost.

En la tabla 5 y el gráfico 2 se evidencia que el compost presentó una temperatura mínima de 27.3°C al finalizar el proceso, pero en las primeras semanas se evidenciaron temperaturas mayores, en el caso de la fase de Termófila, en la tercera semana se logró 53.8°C, por lo que se difiere que el aumento de temperatura esta ligado a la actividad microbiana. Los resultado de la temperatura del compost realizado se contrastan con Chaparro et al. (2020), puesto que, la temperatura más alta fue de 53°C pero difiere con la temperatura minina que fue de 45°C.

Bohórquez (2019) indica que uno de los elementos más cruciales que influyen en los acontecimientos bioquímicos que tienen lugar en las células de un organismo es la temperatura. ^[19] El ritmo de descomposición de la materia orgánica se ve directamente afectado por la aceleración de los procesos metabólicos que se produce con el aumento de la temperatura, hasta que se alcanza un umbral crítico, a partir del cual el proceso se ralentiza.

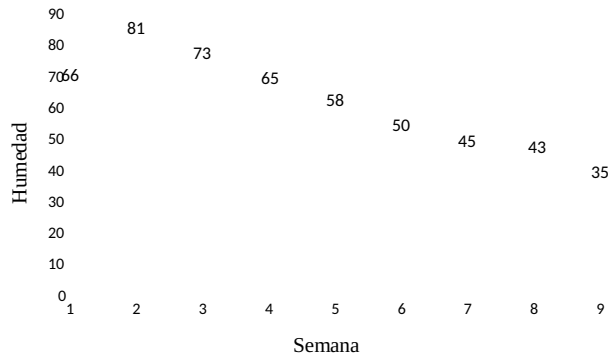


Gráfico 3. Evolución de la humedad del compost.

^[1] En la tabla 5 y el gráfico 3, se muestra el valor de la humedad de 66% para el compost durante las primeras semanas, mientras que la humedad máxima fue de 81%, el cual se obtuvo durante la fase termófila, es decir, en la segunda semana, demostrando así, que durante el proceso de compostaje la humedad de la pila de compost disminuía de manera progresiva hasta llegar a un nivel de humedad del 35% en a la semana 9. Estos resultados se pueden contrastar con los hallazgos obtenidos de (Aduvire,2019), donde en sus resultados encontró que la humedad inicial del compost se encontró en un nivel inicial en la primera semana de un 66%; ^[1] mientras que al finalizar el proceso de compostaje la humedad en la investigación se encontró en un nivel porcentual del 43%.

4.2. Determinar las condiciones de temperatura y humedad en la producción

de vermicompost con la aplicación de la Lombriz roja californiana.

El vermicompost se elaboró en una pila, el cual tuvo cantidades calculadas de materiales empleados, considerando las siguientes características:

Tabla 6. Características del vermicompost

Condición	Descripción
Dimensión	El diseño de la pila tuvo dimensiones de 0.60 m de altura, 2.00 m de largo y 1.50 m de ancho.
Materia prima	Los insumos para su elaboración fueron: arena, guano, cáscaras de fruta, cáscaras de verduras, tierra de huerto y cáscaras de huevo.

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 4 se menciona las dimensiones de la pila compostera, que son 0.60 m de altura, 2.00 m de largo y 1.50 m de ancho. La materia prima utilizada para la elaboración del compost estuvo conformada por: arena, guano, cáscaras de fruta, cáscaras de verduras, tierra de huerto y cáscaras de huevo.

Figura 2 Esquema de la vermicompost

En la figura 2, se muestra el patrón de estratificación del vermicompost, la cual está conformada por 4 capas. La primera capa contó con 7kg de materia prima, y estuvo compuesta por 1kg de arena, 3kg de guano de cuy, 0.500 kg de cascaras de fruta, 0.500 kg de cascaras de verduras, 1kg de tierra de huerto y 1 kg de cascaras de huevo. La segunda capa contó con 5kg de materia prima, y estuvo integrada por 2kg de guano de cuy, 0.500kg de cascaras de fruta, 0.500kg de cascaras de verduras, 1kg de tierra de huerto, 1kg de cascaras de huevo. La tercera capa dispuso de 5kg de materia prima, constituido por 2kg de guano de cuy, 0.500kg de

cascaras de fruta, 0.500 kg de verduras, 1kg de tierra de huerto, 1 kg de cascaras de huevo. Por último, la cuarta capa formada por 6kg de materia prima, compuesta por 2kg de guano de cuy, 1kg de cascara de fruta, 1kg de cascaras de verduras, 1kg de tierra de huerto y 1kg de cascaras de huevo.

^[1] En la tabla 6 se describe las dimensiones de la pila en la que se preparó el vermicompost estas se comparan con las medidas utilizadas en la investigación de Cherry et al. (2019) que fueron de 60x60x30cm. Asimismo, en la tabla ya mencionada y la figura 2 se indica la materia prima que se usó para la elaboración del vermicompost, de igual forma, Jat et al. (2022) menciona que sus principales componentes fueron desechos agrícolas, desechos vegetales (cascaras de verduras y vegetales en descomposición), melazas estacionales y hojarasca con guano de vaca; Ginette et al. (2021) tuvo como materia principal residuos orgánicos domiciliarios (entre ellos cascaras de frutas y verduras) y Reynoso (2021) tuvo como materia fundamental utilizó guano vacuno. Por lo tanto, la materia prima utilizada por los autores mencionados son parecidos a lo que se utilizaron en la investigación.

Los valores de temperatura y pH del vermicompost, fueron obtenidos una vez por semana en dos meses de proceso, mostrando las fases de mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

Tabla 7. Lectura de temperatura, pH y humedad del vermicompost

Fase	Fecha	pH	Temperatura	Humedad
Mesófila	01/08/2023	5.9	23.6	70%
Termófila	14/08/2023	8.0	21.4	67%
	21/08/2023	7.9	27.1	63%

	04/09/2023	7.8	25.3	63%
Enfriamiento	18/09/2023	7.7	24.8	60%
	02/10/2023	7.6	24.3	59%
	16/10/2023	7.6	24.1	58%
Maduración	30/10/2023	7.5	23.3	55%
	06/11/2023	7.5	22.0	55%

Fuente: Elaborado por el autor.

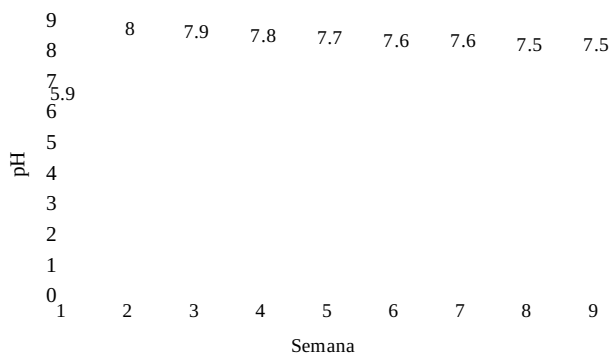


Gráfico 4. Evolución de pH en el compost.

En la tabla 7 y el gráfico 3, se indica el valor mínimo de 5.9 para el pH del compost para las primeras semanas y pH máximo fue de 7.9, obtenido en la fase de maduración, es decir, en la semana ocho, demostrando la existencia de una buena aireación. Jat et al. (2022) en su investigación confirma que el pH para el vermicompost es mínimo de 7 para que se de optima calidad, por ultimo, Ginette et al. (2021) indica que el pH del su vermicompost debe ser menos de un pH menor a 8.

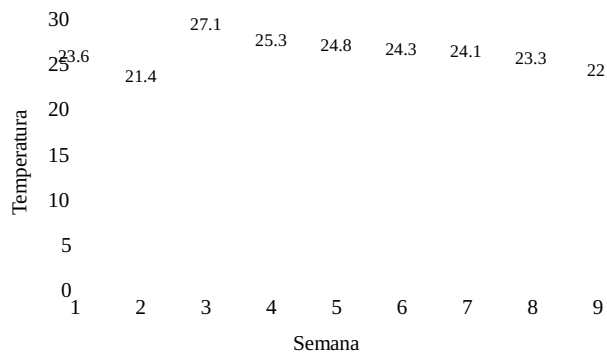


Gráfico 5. Evolución de temperatura del vermicompost.

En la tabla 7 y el gráfico 4. se observa que el vermicompost presentó una temperatura mínima de 17.0°C al dar por finalizado el proceso, en comparación con las primeras semanas en las cuales se evidenciaron temperaturas mayores, como en el caso de la fase de Termófila, en la tercera semana se logró 27.1°C, ello se debe a la actividad microbiana. Ahmad et al. (2021) destaca que, el vermicompost es un proceso que requiere menos calor, puesto que, las lombrices no podrían sobrevivir, su temperatura varía entre 10° C y 30° C.

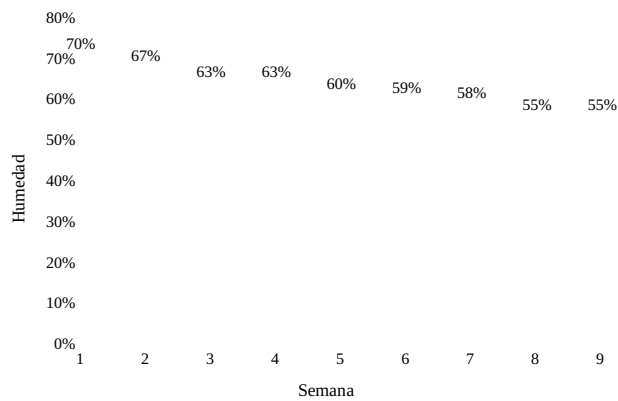


Gráfico 6. Evolución de la humedad del vermicompost.

[8] En la tabla 7 y el gráfico 5, se muestra el valor de la humedad de 70% para el vermicompost, la cual fue considerada la humedad máxima dentro del **proceso de vermicompostaje**, llevándose a cabo durante la fase mesófila, de acuerdo a la gráfica anterior se observa que la humedad sigue un proceso de disminución llegando a un nivel de humedad del 55% en la semana 9, lo cual es un buen **indicativo para el desarrollo de la lombriz roja californiana**. Estos resultados se contrastan con los aportes del MANUAL DE VERMICOMPOSTAJE, donde se establece que la humedad debe 60.90%; lo cual se puede observarse que no difiere de manera muy significativa en los resultados obtenidos en la presente investigación.

4.3. Determinar el tiempo de producción del compost con la aplicación de microorganismos eficientes.

Para producir compost se requirió de un tiempo de 3 meses para que los microorganismos eficientes pasen por 4 fases, y el compost madure. Las fases

fueron las siguientes:^[19] la fase mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

^[1] Logrando en la fase de maduración, un 7.4 de pH y 27.3°C de temperatura.

Existen diferentes tiempos para el procesamiento del compost, esto lo puede confirmar Vásquez (2018), donde el proceso duró alrededor de 75 días, obteniendo resultados optimos y de buena calidad.

4.4. Determinar el tiempo de producción del vermicompost con la aplicación de la Lombriz roja Californiana en la Huaraclla-Jesús 2023.

Así como para la elaboración de compost, para el vermicompost se empleó un tiempo de 3 meses para que los microorganismos eficientes y pasen por 4 fases, hasta que el compost madure. Las fases fueron las siguientes: la fase mesófila, termófila, enfriamiento y maduración. Obteniendo así que, en la fase de maduración, logre un 7.4 de pH y 22°C de temperatura. Estos resultados difieren a los resultados de Jat et al. (2022), el cual obtuvo vermicompost de buena calidad a los 30 días de su preparación, asimismo, Ginette et al. (2021) reitera la diferencia de para la preparación del vermicompost a 46 días.

4.5.^[7] Evaluar las características del compost con la aplicación de microorganismos eficientes.

Para la evaluación de las características del compost se tuvo en cuenta lo siguiente:

Tabla 8. Parámetros de calidad para compost

Tabla 9.^[4] Resultados del compost

Características del Compost	Resultado
pH	7.4 pH
Conductividad Eléctrica	588 mS/m
Materia Orgánica	25.2%
Nitrógeno	15.76mg/g

En la tabla 9, se aprecia los resultados de las características del compost elaborado a partir de residuos orgánicos en la Huaraclla. El pH fue de 7.4, la conductividad eléctrica fue de 588 mS/m, la materia orgánica fue de 25.2% y el nitrógeno fue de

15.76 mg/g.^[33] Comparando los resultantes con la tabla obtenidos sobre la calidad del compost se puede identificar que los parámetros identificados en el compost elaborado son parámetros de buena calidad. Con respecto al pH, los resultados se asemejan a los hallazgos de Van et al. (2018), donde indican que el pH del compost obtenido en la etapa de maduración fue de 7, siendo óptimo y de buena calidad; de la misma manera, Sanchez y Dominguez (2020), obtuvieron los mismos resultados en el pH de su compost elaborado. Por lo tanto, existen diferencias con respecto al pH en la etapa de maduración del compost de los autores ya mencionados. Asimismo, los resultados de la materia orgánica difieren con los resultados de Sanchez y Dominguez (2020), que fueron del 11.0558%, de la misma manera con los resultados de nitrógeno, el cual, obtuvieron un resultado de 101.6mg/kg y Vásquez (2018) donde sus resultados fueron de 3.92%. Cada resultado tiene diferente unidad, puesto que, son comparados con diferentes normas.

Los resultados obtenidos en los análisis realizados al compost elaborado con microorganismos en la investigación indican que es de buena calidad. Wan et al. (2020) sostiene que para obtener un compost de calidad los microorganismos deben tener una temperatura y un pH adecuado, esto lo confirman los autores Van et al. (2018), Melendrez y Sanchez (2019), Sanchez y Dominguez (2020), Chaparro et al. (2020); además confirman que, es de vital importancia utilizar microorganismos eficientes ya que permite acelerar el proceso de compostaje

4.6. Evaluar las características del vermicompost con la aplicación de la lombriz roja Californiana

Para la evaluación de las características del vermicompost se tuvo en cuenta lo siguiente:

Tabla 10. Parámetros de calidad para vermicompost

Tabla 11. Resultados del vermicompost

C aracterísticas del vermicompost	Resultado
pH	7.5 pH
Conductividad Eléctrica	108.9 mS/m
Materia Orgánica	17.6
Nitrógeno	8mg/g

En la tabla 11, se aprecia los resultados de las características del compost elaborado a partir de residuos orgánicos en la Huaracña. El pH fue de 7.5, la conductividad eléctrica fue de 588 mS/m, la materia orgánica fue de 25.2% y el nitrógeno fue de 15.76 mg/g. Comparando los resultantes con la tabla obtenidos

sobre la calidad del compost se puede identificar que los parámetros identificados en el compost elaborado. Con respecto, a los resultados del pH se asemejan a los resultados de Jat et al. (2022), que en su investigación confirma que el pH para el vermicompost es mínimo de 7 para que se de óptima calidad, por último, Ginette et al. (2021) indica que el pH del su vermicompost debe ser menor de un pH menor a 8.

Los resultados obtenidos en los análisis realizados al vermicompost elaborado con lombrices en la investigación indican que es de buena calidad. Los mismos resultados favorables obtuvieron los autores Cherry et al. (2019) el cual desarrolló su vermicompost con guano vacuno y lombrices. Ginette et al. (2021), también obtuvo resultados positivos y sostiene que los desechos orgánicos en fertilizante orgánico adecuado para la agricultura sostenible. Otro autor que confirma buenos resultados en la elaboración de vermicompost fue Vásquez (2018), el cual, afirma que la lombriz roja californiana influye en la calidad de la obtención del compost.

^[1] 4.7. Análisis estadístico del proceso de compostaje

Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab

Gráfico 7. Prueba de normalidad del pH, Temperatura y humedad del compost.

[35] ▶

En la gráfica anterior se detalla la prueba de normalidad realizada a los resultados del proceso de compostaje, en un periodo de 9 semanas que involucro la obtención del abono, de esa manera se observa que la distribución de los datos en cuanto a los tres parámetros anteriormente mencionados tienen una distribución normal con valores $p > 0.05$ ($p=0.743, 0.897$ y 0.897), lo cual es un indicativo para determinar el tipo de prueba que se aplicara a los resultados del proceso de compostaje.

Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

Gráfico 8. Prueba de normalidad del pH, Temperatura y humedad del vermicompost.

En la gráfica anterior se detalla la prueba de normalidad realizada a los resultados del proceso de vermicompost, en un periodo de 9 semanas que involucro la obtención del abono, de esa manera se observa que la distribución de los datos en cuanto a los tres parámetros anteriormente mencionados tienen una distribución normal en cuanto a los parámetros de temperatura y humedad con valores $p > 0.05$ ($p=0.902$ y 0.689), en cuanto a el parámetro del pH no tiene una

distribución normal con valores $p < 0.05$; lo cual es un indicativo para determinar el tipo de prueba que se aplicara a los resultados del proceso de vermicompostaje.

Tabla 12. Estadísticas descriptivas del pH del compost y pH de vermicompost

Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

En la tabla anterior se detalla las estadísticas descriptivas del pH del compost y el pH del vermicompost, de esa manera se observa que la media del pH del compost es 6.83; mientras que la media del pH del vermicompost es 7.500; **en lo que concierne a la desviación estándar del compost y vermicompost se encuentran en rangos de 0.300 y 0.624 respectivamente.**

U Estadística inferencial del pH del compost y pH del vermicompost

Tabla 13. Prueba T e IC de dos muestras: pH compost; pH Vermicompost

A partir de la tabla anterior se infiere que entre el pH del compost y el pH del Vermicompost existe diferencia estadísticamente significativa, ya que el valor $p \leq 0.05$; con un resultado de 0.011, lo cual permite afirmar que entre los resultados del pH de cada abono orgánico si existen diferencias significativas.

Tabla 14. Estadísticas descriptivas de la temperatura del compost y temperatura de vermicompost

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
T°compost	9	38.37	8.07	2.7

T° vermicompost 9 23.99 1.71 0.57

Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

En la tabla anterior se detalla las estadísticas descriptivas de la temperatura del compost y la temperatura del vermicompost, de esa manera se observa que la media de la temperatura del compost es 38.37; mientras que la media de la temperatura del vermicompost es 23.99; en lo que concierne a la desviación estándar del compost y vermicompost se encuentran en rangos de 8.07 y 1.71 respectivamente.

U Estadística inferencial del pH del compost y pH del vermicompost

Tabla 15. Prueba T e IC de dos muestras: temperatura compost; temperatura del Vermicompost

Valor T	GL	Valor p
5.23	16	0.000

Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

A partir de la tabla anterior se infiere que entre la temperatura del compost y la temperatura del vermicompost existe diferencia estadísticamente significativa, ya que el valor $p \leq 0.05$; con un resultado de 0.00, lo cual permite afirmar que entre los resultados de la temperatura de cada abono orgánico sí existen diferencias significativas.

Tabla 16. Prueba T e IC de dos muestras: temperatura compost; temperatura del Vermicompost

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Humedad compost	9	57.3	15.2	5.1
Humedad vermicompost	9	61.11	5.13	1.7

Nota. ⁽¹⁾ Obtenido a partir del software estadístico Minitab

En la tabla anterior se detalla las estadísticas descriptivas de la humedad del compost y la humedad del vermicompost, de esa manera se observa que la media de la humedad del compost es 57.3; mientras que la media de la humedad del

vermicompost es 61.11; en lo que concierne a la desviación estándar del compost y vermicompost se encuentran en rangos de 15.2 y 5.13 respectivamente

U Estadística inferencial de la humedad del compost y humedad del vermicompost.

Tabla 17. Prueba T e IC de dos muestras: humedad compost; humedad del vermicompost

Valor T	GL	Valor p
-0.71	16	0.490

Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab

A partir de la tabla anterior se infiere que entre la humedad del compost y la humedad del vermicompost no existe diferencia estadísticamente significativa, ya que el valor $p \geq 0.05$; con un resultado de 0.490, lo cual permite afirmar que entre los resultados de humedad de cada abono orgánico no existen diferencias significativas.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.^[4] Conclusiones

- o Se concluye que existe un buen efecto de los microorganismos eficientes y la lombriz roja californiana en la producción de compost y vermicompost a partir de residuos orgánicos en la Huaraclla-Jesús, esto fue comprobado con los análisis realizados al compost y vermicompost.
- o La temperatura máxima del compost fue de 53.8°C, la mínima fue de 27.3°C y la temperatura optima fue de 27.3°C. Con respecto al pH, el mínimo fue de 6.5pH, el máximo fue de 7.4pH y el óptimo fue de 7.4pH.
- o La temperatura máxima del vermicompost fue de 27.1°C, la mínima fue de 21.4°C y la temperatura optima fue de 22°C. Con respecto al pH, el mínimo fue de 5.9pH, el máximo fue de 8pH y el óptimo fue de 7.4pH.
- o Se concluye que el tiempo de producción para el compost fue de tres meses.
- o Se concluye que el tiempo de producción del vermicompost fue de tres meses.
- o Las características de calidad del compost fueron: 7.4pH, Conductividad Eléctrica fue de 588 mS/m, materia orgánica fue de 25.2% y nitrógeno fue de 15.76mg/g.
- o Las características de calidad del compost fueron: 7.5pH, Conductividad Eléctrica fue de 108.9 mS/m, materia orgánica fue de 17.6% y nitrógeno fue de 8mg/g.

6.2. Recomendaciones

- o Se recomienda crear una norma peruana que establezca estándares precisos para el compostaje y vermicompost, ya que, actualmente, Perú carece de una norma con este tipo de regulación para el compostaje, y sería beneficioso contar con ella para que los agricultores puedan elaborar compost y vermicompost y lo utilicen en diversos cultivos.
- o Se sugiere buscar nuevas alternativas que permitan acelerar el proceso de compostaje y de esa manera obtener compost y vermicompost en menor tiempo lo cual sería importante para que se logre aplicar en diversos cultivos agrícolas.
- o Se sugiere brindar charlas de capacitación a la población con el objetivo que ellos elaboren sus abonos de manera artesanal y aprovechen de manera sostenible los residuos orgánicos que generan diariamente en sus domicilios, convirtiéndolos en abonos útiles para las plantas que cultivan en sus hogares.

REFERENCIAS

- Abdel, H., y Mansour, M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275-1290. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062118301375>
- Ahmad, A., Aslam, Z., Bellitürk, K., Iqbal, N., Idrees, M., Kalem, Z., . . . Kamal, A. (2021). Vermicomposting Methods from Different Wastes: An Environment Friendly, Economically Viable and Socially Acceptable Approach for Crop Nutrition: A Review. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 5(1), 58-68. Obtenido de <https://www.hillpublisher.com/UpFile/202102/20210204101152.pdf>
- Alshehrei, F., y Ameen, F. (2021). Vermicomposting: ^{[21]•} **A management tool to mitigate solid waste.** ^{[21]•} *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(6), 3284-3293. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X21001455>
- Anguera, T., Blanco, A., Losada, J., y Sánchez, P. (2020). Integración de elementos cualitativos y cuantitativos en metodología observacional. *Ámbitos. Revista Internacional De Comunicación*, 49, 49-70. doi:<https://doi.org/10.12795/Ambitos.2020.i49.04>
- Araujo, G., Gabardo, G., Clock, C., y Lima, O. (2021). ^{[26]•} **Use of efficient microorganisms in agriculture.** *Research, Society and Development*, 10(8),

1-13. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17515/15641>

Budroni, M., Mannazzu, I., Zara, S., Saba, S., y Pais, A. (2020).^[23] **Composition and functional profiling of the microbiota in the casts of *Eisenia fetida* during vermicomposting of brewers' spent grains.** *Biotechnology Reports*, 25(1), 1-20. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X19306976>

Canales, A., Solís, B., Panca, R., y Quispe, B. (2020).^[8] **Crianza de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico.** *Ecología Aplicada*, 19(2). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1559>

Canales, A., Solis, J., Panca, R., y Laleska, B. (2020).^[8] **Crianza de *Eisenia foetida* (lombriz roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico.** *Ecología aplicada*, 19(2), 88-92. Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/1559/1943>

Cao, K., Zhi, C., y Zhang, G. (2020). Photosynthetic bacteria wastewater treatment with the production of value-added products: A review. *Bioresource Technology*, 299(1), 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085241931877>

2

Carvalho, A., y Casas, L. (2022). Compostaje y biodigestores como solución al problema de los residuos orgánicos en el medio rural. *Revista latina multidisciplinar*, 6(4), 2207-2215. Obtenido de

file:///C:/Users/HP/Downloads/2641-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10485-1-10-20220802.pdf

Chaparro, E., Herrera, F., Vera, M., y Barahona, J. (2020).^[4] Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos. - Revista de Divulgación Científica, 1(1), 45-48. Obtenido de <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/34>

Chen, J., Saleem, M., Wang, C., Liang, W., y Zhang, Q. (2018). Individual and combined effects of herbicide tribenuron-methyl and fungicide tebuconazole on soil earthworm *Eisenia fetida*. *Informes Científicos*, 8(1), 1-9. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21288-y>

Cherry, C., Myint, K., y Yee, T. (2019). Investigation on Vermicompost Production of Hyacinth plant and Banana plant Using Cow Dung. *University of Yangon Research Journal*, 9(2), 472-476. Obtenido de <https://meral.edu.mm/records/6356>

Comisión Económica para América Latina. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe*. Chile: ^[1] *Publicación de las Naciones Unidas*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf

Cordova, J., Vargas, B., Vargas, N., y Vega, P. (2022). Obtención de compost a partir de hojas de mora y estiércol de cuy. *perfiles*, 1(28), 29-36. Obtenido de <https://perfiles.esPOCH.edu.ec/index.php/perfiles/article/view/181>

Cruz, C. F., Costa, C., A. C., Matamá, T., y Cavaco-Paulo, A. (2017).^[221] **Human Hair and the Impact of Cosmetic Procedures: A Review on Cleansing and Shape-Modulating Cosmetics.** *Cosmetics*, 3(3), 26. doi:<https://doi.org/10.3390/cosmetics3030026>

Ferreira, J., Varjani, S., y Taherzadeh, M. (2020). A Critical Review on the Ubiquitous Role of Filamentous Fungi in Pollution Mitigation. *Topical Collection on Water Pollution*, 6(1), 295-309. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s40726-020-00156-2>

Ginette, L., Stephane, C., y Valerie, G. (2021). An effective organic waste recycling through vermicomposting technology for sustainable agriculture in tropics. *Revista Internacional de Reciclaje de Residuos Orgánicos en la Agricultura*, 10(3). Obtenido de <https://orbi.uliege.be/handle/2268/294039>

Gonzales, J., Aguilar, L., Matus, G., Pardo, J., Flores, A., y Segal, C. (2020). Levaduras adaptadas al frio:el tesoro biotecnologico de la antartica. *Publicacion continua*, 23(1), 1-14. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v23/1405-888X-tip-23-e20200267.pdf>

Gonzales, Y. (2022). Efecto de vermicompost elaborado con harina de huesos y cabelllo humano en el establecimiento de grass Japonés en suelo salino. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30689/Gonzales%20Wong%2C%20Yasmin%20del%20Rosario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Huamani, C., Tudela, J., y Huamani, A. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno -Perú. *Resvista de investigaciones altoandinas*, 22(1), 49-56. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v22n1/2313-2957-ria-22-01-106.pdf>
- Jat, H., Verma, R., Choudhary, P., Lal, B., y Meena, R. (2022). Changes in chemical properties of different organic wastes under varying ratios for vermicomposting. *The Pharma Innovation Journal*, 11(2), 399-402. Obtenido de <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue2/PartF/11-2-49-994.pdf>
- Khaldoon, S., Lalung, J., Maheer, U., Anuar, M., Firdaus, M., Alsolami, E., . . . Rafatullah, M. (2022). ^[32] **A Review on the Role of Earthworms in Plastics Degradation: Issues and Challenges.** *Polymers*, 14(21), 1-27. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4770>
- Kolesnyk, N., Simon, M., y marenkov, O. (2018). Red californian earthworm (*Eisenia foetida* Andrei) as a valuable food item in fish farming (review). *Ribogospod. nauka Ukr*, 4(46), 26-48. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Oleh-Marenkov/publication/329666500_Red_Californian_earthworm_Eisenia_foetida_andrei_as_a_valuable_food_item_in_fish_farming_review/links/5ca64333299bf118c4b31c8c/Red-Californian-earthworm-Eisenia-foetida-andrei-as-a-v
- Kumar, A., y Samadder, S. (2020). Performance evaluation of anaerobic digestion technology for energy recovery from organic fraction of municipal solid

waste: A review. Energy, 197(1), 1-51. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220303601>

Loor, Y. (2018).^[8] Evaluación de la productividad de los pollos broilers con suplemento alimenticio a base de la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) en el cantón Vinces- Ecuador. Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/31105>

Luna, M. (2017).^[7] Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista para la transformación agraria sostenible, 4(2), 33-41. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84/115>^[29]

Melendrez, N., y Sanchez, J. (2019). Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Catachi. Lima: Universidad Peruana Union. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1777>

Ministerio del ambiente. (2022). Guía para el cumplimiento de la Meta del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal correspondiente al año 2022. Lima: MInisterio del ambiente. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metad/guia_meta3_2022.pdf

Mora, J., Montero, J., Barbosa, N., Rojas, C., Usaga, J., Redondo, M., . . . Lopes, J. (2020). Multi-Product Lactic Acid Bacteria Fermentations: A Review.

Fermentacion, 6(1), 1-27. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2311-5637/6/1/23>

Musiol, E., Tocchetti, A., Sossio, M., y Stegmann, E. (2019). Challenges and advances in genetic manipulation of filamentous actinomycetes – the remarkable producers of specialized metabolites. *Informes de productos naturales*, 1351-1369. Obtenido de <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/np/c9np00029a/unauth>

Nanda, S., y Berruti, F. (2021). A technical review of bioenergy and resource recovery from municipal solid waste. ^[13] *Journal of Hazardous Materials*, 403(1), 1-19. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389420319609>

Nzila, S., Mbevaliti, D., Ogello, E., y Waidbacher, H. (2019). ^[24] *Utilization of the earthworm, Eisenia fetida (Savigny, 1826) as an alternative protein source in fish feeds processing: A review*. *Aquaculture Research*, 50(9), 2301-2315. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/are.14091>

Ñaupas, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., y Romero Delgado, H. E. (2018). Metodología de la Investigación Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de tesis. Bogotá. Retrieved from <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

- Pierre, R., Kader, A., Desai, N., y Juan, L. (2021). Potentiality of Vermicomposting in the South Pacific Island Countries: A Review. *Agriculture*, 11(9), 1-17. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/9/876>
- Reynoso, J. (2021). Elaboracion de vermicompost con estiercol de vacuno utilizando lombriz roja californiana (*Eisen foetida*) y microorganismos eficientes en la granja ecologica linderos, Tomayquichua, Ambo, Huanuc, 2020. Huanuco: Universidad de Huanuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2807;jsessionid=1BF1AD746BA54E3B7DFB3C657A1EC731>
- Sanchez, E., y Dominguez, M. (2020). Producción de Compost a base de Residuos orgánicos domiciliarios de Bello Horizonte con la Incorporación de Microorganismos Eficientes, Banda de Shilcayo, 2020. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64181>
- Sanchez, O., Ospina, D., y Montoya, D. (2017). Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *waste management*, 69(1), 136-153. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X17305846>
- Sayara, T., Basheer, R., Hawade, F., y Sanchez, A. (2020). Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost

- Application in Agriculture. *Agronomy*, 10(11), 1-18. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1838>
- Sayara, T., Basher, R., y Hawade, F. (2020). Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. *Agronomy*, 10(11), 1-23. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1838>
- Sharma, A., Anju, S., y Nain, L. (2017). Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold. *Horticultural Plant Journal*, 3(2), 67-72. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468014117301711>
- Singh, A., Kumar, V., Verma, S., Majumdar, M., y Sarkar, S. (2020). Significance of vermicompost on crop and soil productivity: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5), 1529-1534. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Sudhanshu-Verma-8/publication/344521149_Significance_of_vermicompost_on_crop_and_soil_productivity_A_review/links/5f7dfefe299bf1b53e15d87b/Significance-of-vermicompost-on-crop-and-soil-productivity-A-review.pdf
- Tanya, M., y Leiva, M. (2019). ⁽¹¹¹⁾ **Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications**. *Centro agricola*, 46(3), 93-103. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0253-57852019000200093

Tanya, M., y Leiva, M. (2019).^[11] **Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas.** Centro Agrícola, 46(2). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093#:~:text=Los%20microorganismos%20eficientes%20comprenden%20una,hongos%20filamentosos%20con%20actividad%20fermentativa.

Thakur, A., Kumar, A., Vinay, C., Shiva, B., Kumar, S., y Athokpam, V. (2021). A review on vermicompost: by products and its importance. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(11), 156-164. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Adesh-Kumar-2/publication/350134245_A_REVIEW_ON_VERMICOMPOSTING_BY_PRODUCTS_AND_ITS_IMPORTANCE/links/605314d1458515e834521745/A-REVIEW-ON-VERMICOMPOSTING-BY-PRODUCTS-AND-ITS-IMPORTANCE.pdf

Van, Y., Tin, C., Jaromir, J., Sua, L., Roji, M., y Woh, C. (2018). Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, 216(15), 41-48. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717303602>

Vargas, O., Trujillo, J., y Torres, M. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2), 123-129. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7425932>

Vasquez, Z. (2018). Efecto de la lombriz roja californiana en la concentracion de macronutrientes en compost producido por residuos organicos municipales. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22510>

Wainaira, S., Kumar, M., Sarsaiya, S., Chen, H., Singh, E., Kumar, A., . . . Taherzadeh, M. (2020). Resource recovery and circular economy from organic solid waste using aerobic and anaerobic digestion technologies. *Bioresource Technology*, 301(1), 1-56. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085242030047>

X

Wan, L., Wanga, X., Yongping, J., LiXiaoyu, Wud, Y., y Wang, L. (2020). Effect of inoculating microorganisms in chicken manure composting with maize straw. *Bioresource Technology*, 301(1), 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085241931959>

5

ANEXOS

ANEXOS A. Análisis de las características del compost y vermicompost

ANEXOS B. Fotos del proyecto

