



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Gonzales Panduro, Christian Joseph (ORCID: 0000-0002-4287-5521)

Pinedo Torres, Sergio Armando (ORCID: 0000-0002-6795-6766)

ASESOR:

Msc. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto (ORCID: 0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

TARAPOTO – PERÚ

2021

Dedicatoria:

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, a cada uno de los catedráticos que están involucrados en mi formación profesional, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de dicho trabajo. A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo, consejos y sin su ayuda nunca hubiera podido realizarme en la vida. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

Agradecimiento:

Mi más sincero agradecimiento al Msc. Luis Alberto Ordoñez Sánchez, de la Universidad César Vallejo, cuyo trabajo estaré siempre en deuda.

Gracias por su amabilidad para facilitarnos las cosas, por brindarnos sus conocimientos, su tiempo, sus ideas, por su orientación y atención a nuestras consultas sobre metodología.

Índice de contenidos

Dedicatoria:	ii
Agradecimiento:.....	iii
Resumen	vii
Abstract	viii
I. Introducción	1
II. Marco teórico	3
III. Metodología.....	8
3.1 Tipo y diseño de investigación	8
3.2 Operacionalización de variables.....	8
3.3 Población, muestra y muestreo	9
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
Técnica de recolección de datos:	10
Instrumentos de recolección de datos:	11
Validación	11
3.5 Procedimientos	12
3.6 Método de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos	20
IV. Resultados	21
IV. Discusión	35
V. Conclusiones.....	39
VI. Recomendaciones.....	40
Referencias	41
Anexos	48

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas, instrumentos y fuentes	11
Tabla 2. Materiales y equipos.....	12
Tabla 3. Composición del estiércol de cerdo	21
Tabla 4. pH del compost por tratamiento.....	22
Tabla 5. CE del compost por tratamiento	23
Tabla 6. Nitrógeno del compost por tratamiento.....	24
Tabla 7. Fósforo del compost por tratamiento	25
Tabla 8. Potasio del compost por tratamiento	26
Tabla 9. Zinc del compost por tratamiento	27
Tabla 10. Boro del compost por tratamiento.....	29
Tabla 11. Manganeso del compost por tratamiento.....	30
Tabla 12. Cobre del compost por tratamiento	31
Tabla 13. Hierro del compost por tratamiento	32
Tabla 14. Rendimiento del compost por tratamiento	34

Índice de figuras

Figura 2. pH del compost por tratamiento.....	22
Figura 3. CE del compost por tratamiento	23
Figura 4. Nitrógeno del compost por tratamiento.....	24
Figura 5. Fósforo del compost por tratamiento	25
Figura 6. Potasio del compost por tratamiento	27
Figura 7. Zinc del compost por tratamiento	28
Figura 8. Boro del compost por tratamiento.....	29
Figura 9. Manganeseo del compost por tratamiento.....	30
Figura 10. Cobre del compost por tratamiento	31
Figura 11. Hierro del compost por tratamiento	32
Figura 12. Rendimiento del compost por tratamiento	34

Resumen

El objetivo del presente estudio fue realizar el compostaje de estiércol porcino del camal municipal, mediante la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021. Para el desarrollo del estudio, se consideró cuatro tratamientos T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM; T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM; T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM; T4: 100% estiércol + MM. Asimismo, el proceso de compostaje tuvo una duración de seis semanas y el peso de residuos sólidos por compostera fue 5.4 kg. Se encontró mayor contenido de macro y micronutrientes en el compost elaborado con el tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM). Los valores de pH, C.E., N, P, K, zinc, boro, manganeso, cobre, hierro del T3, fueron respectivamente 8.26, 2.5 mS/cm, 1.25%, 0.78%, 0.96%, 101.23 mg/kg, 12.25 mg/kg, 152.25 mg/kg, 63.3 mg/kg y 232.36 mg/kg. Se concluye que el compostaje de estiércol porcino, es una alternativa amigable con el medio ambiente, ya que evita que estos residuos contaminen el suelo, el agua y el aire; luego del proceso de compostaje puede ser utilizado como un mejorador de suelo.

Palabras clave: Compostaje, residuos sólidos orgánicos, abonos naturales

Abstract

The objective of this study was to compost pig manure from municipal slaughterhouse, using sawdust, rice husk and decomposing microorganisms from the mountain, Lamas, 2021. For the development of the study, four T1 treatments were considered: 60% manure + 40% rice husk + MM; T2: 60% manure + 40% sawdust + MM; T3: 60% manure + 20% rice husk + 20% sawdust + MM; T4: 100% manure + MM. Likewise, the composting process lasted six weeks and the weight of solid waste per compost was 5.4 kg. Higher macro and micronutrient content was found in the compost made with the T3 treatment (60% manure + 20% rice husk + 20% sawdust + MM). The pH, EC, N, P, K, zinc, boron, manganese, copper and iron values of T3 were respectively 8.26, 2.5 mS / cm, 1.25%, 0.78%, 0.96%, 101.23 mg / kg, 12.25 mg / kg, 152.25 mg / kg, 63.3 mg / kg and 232.36 mg / kg. It is concluded that pig manure composting is an environmentally friendly alternative, since it prevents these residues from contaminating the soil, water and air; furthermore, after the composting process, it can be used as a soil improver.

Keywords: Composting, organic solid waste, natural fertilizers

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con HUH y KIM (2018), “la crianza de ganado porcino en granjas representa un grave problema ambiental debido a la generación de dióxido de carbono y metano proveniente del estiércol”. Por otro lado, en el camal municipal de la provincia de Lamas es generador de residuos sólidos y líquidos, los cuales no se vienen gestionando adecuadamente. De acuerdo con MARISCAL (2007), “un cerdo genera 2.35 kg de estiércol por día”. Asimismo, en el mencionado camal municipal se sacrifican en promedio 90 cerdos diarios; haciendo un total de 211.5 kg de estiércol, el cual no se maneja adecuadamente, produciendo malos olores en el entorno. Por otro lado, MORENO (2017), “obtuvo un mayor porcentaje de nutrientes al compostar estiércol de cerdo. Entre estos nutrientes se mencionan a la materia orgánica, fósforo y potasio”.

Con base a lo anteriormente expuesto se plantea el **problema general**, con base a la pregunta ¿Cuál es el proceso para la elaboración de compostaje de estiércol del camal municipal, mediante la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021? Asimismo, como **problemas específicos** se tienen: ¿Cuáles con las características del estiércol porcino generado en el camal municipal?, ¿Cuál es la composición nutricional del compost elaborado a partir de estiércol de ganado porcino? y ¿Cuál es la propuesta metodológica más viable para obtener el compost de estiércol de cerdo?

Por esta razón, el **objetivo general** del presente estudio es realizar el compostaje de estiércol del camal municipal, mediante la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021. Asimismo, como **objetivos específicos** se tienen: Determinar la caracterización del estiércol del camal municipal de Lamas, 2021; fundamentar las composiciones nutricionales de los diferentes compost de estiércol del camal municipal, Lamas, 2021 y elaborar una propuesta metodológica para obtener el compost de estiércol de cerdo con el tratamiento óptimo en el camal municipal, Lamas 2021.

La **justificación práctica** del estudio consiste en que, a través del compost de estiércol de cerdo mediante microorganismos eficientes, se podrá conocer la eficiencia de estos últimos en el proceso de descomposición de los residuos generados en el camal municipal de Lamas. Asimismo, la **justificación metodológica** del presente estudio se debe a la importancia que tendrá el estudio, ya que permitirá a otros investigadores conocer los métodos mediante los cuales se puede obtener abonos que sean sostenibles ambientalmente. Por otro lado, la **justificación social**, radica en que, a través del estudio, los directivos del camal municipal podrán utilizar este abono orgánico para la producción de hortalizas o plantas de jardinería dentro de su vivero municipal.

Finalmente, se plantea como **hipótesis**: La hipótesis alternativa es H_1 : Con la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña es posible realizar el compostaje de estiércol del camal municipal, Lamas, 2021; y la hipótesis nula es: H_0 : Con la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña no es posible realizar el compostaje de estiércol del camal municipal, Lamas, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para desarrollar el estudio se hizo una revisión sistemática de la literatura, basándose en los antecedentes nacionales e internacionales.

Con respecto a los antecedentes internacionales se tienen los siguientes: JIANG, et al. (2021), mencionan que, “el compostaje de residuos sólidos orgánicos de alimentos y estiércol de cerdo para la producción de compost es una alternativa ambientalmente prometedora”.

De acuerdo con ZHOU, et al. (2020), “para acelerar el proceso de compostaje se utiliza microorganismos eficientes o microorganismos de montaña. Estos autores utilizaron una dosis de 0,5% microorganismos eficientes para el proceso de compostaje de estiércol de ganado porcino”.

Asimismo, MARTINEZ, (2014), añade que: “En donde resalta los microorganismos eficientes de montaña (MM) es en la actual agricultura ecológica, ya que presenta diferentes estrategias para la sostenibilidad de los sistemas. Constituidas por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, los cuales genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vida arbórea, también recalca que los mismos no han sido sometidos a modificación genética y se relacionan de forma simbiótica coexistiendo entre sí, lo cual ha generado sostenibilidad en el ambiente”.

Por otra parte, GUARDIA, et al. (2017), sostienen que, “el uso del estiércol de cerdo para la producción de abonos orgánicos, es una actividad que contribuye con la reducción del calentamiento global, ya que, con la gestión adecuada del estiércol porcino, se reduce la generación de metano, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono”.

En otro estudio realizado por CHEN, et al. (2020), encontraron que, “la combinación de estiércol de ganado vacuno (55%), hueso bovino (15%) y residuos de castaña (30%), mejoró significativamente los parámetros como nitrógeno, fósforo y potasio del abono orgánico. Asimismo, el pH del compost aumentó y la duración del

compostaje fue de 38 días. Los autores indican que la técnica de compostaje es una estrategia respetuosa con el cuidado del ambiente y la sostenibilidad”.

Asimismo, AJIBADE, et al. (2020), “desarrollaron el compostaje de estiércol de cerdo, para lo se utilizó una relación inicial de carbono nitrógeno de 30. Esta relación fue de 10, luego del proceso de compostaje”.

WAN, et al. (2021), “encontraron altos contenidos de conductividad eléctrica, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total y fósforo total para el compost, obtenido del estiércol de cerdo”.

Por otro lado, SÁEZ, (2020), mencionan que, “como factor limitante la presencia de metales pesados como zinc y cobre en el estiércol de cerdo, ya que estos metales pueden afectar negativamente a los cultivos, al momento de aplicar el compost”.

YANG, et al. (2019), sostienen que, “el método de compostaje aeróbico reduce significativamente la pérdida de nitrógeno del compost, lo cual convierte a esta técnica como altamente eficiente en la conservación del nitrógeno durante el proceso de compostaje de estiércol de cerdo”. WANG, et al. (2019), afirman que, “el pH alcalino durante el proceso de compostaje reduce significativamente la generación de ácido sulfhídrico, el cual contribuye a los gases de efecto invernadero”.

JIN, et al. (2021), nos dicen que, “el compostaje es una técnica eficaz para la utilización sustentable de los residuos orgánicos, sin embargo, es una fuente importante de emisión de óxido nitroso, el cual contribuye con la generación de gases de efecto invernadero”.

De acuerdo con BRAVO, et al. (2017), “el compostaje es una tecnología con la que permite obtener abono orgánico, utilizan residuos sólidos orgánicos. Este producto puede ser utilizado como fertilizante de suelo y como sustratos para el cultivo de plantas”.

Según VARGAS, TRUJILLO y TORRES (2019), “el compostaje es una alternativa tecnológica de bajo costo, que garantiza el reciclaje de nutrientes. Asimismo, el compost mejora las características de fertilidad del suelo”.

Para MOROCHO y LEIVA-MORA (2019), “los microorganismos eficientes están conformados por una gran variedad de microorganismos, entre ellos bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias lácticas y hongos filamentosos”.

Asimismo, BACA, et al. (2010), mencionan que, “el uso de microorganismos eficientes está en armonía con la agricultura sostenible, ya que, al descomponer la materia orgánica, no se altera el medio ambiente”.

Por otro lado, CAMACHO, et al. (2016), nos dice que, “Los microorganismos de montaña (MM) es un inóculo microbiano, principalmente hongos, bacterias y actinomicetos presentes de forma natural en el suelo. En los resultados, El tiempo de estabilización aproximado es de 70 días en todas las pilas. Desde entonces, los seis composts producidos han entrado en un período de maduración durante el cual las variables monitoreadas muestran un desempeño estable”. Asimismo, CASTRO, (2020), dentro de su investigación pudo obtener como resultado que, “los datos muestran la tendencia a un efecto negativo de la incorporación de los productos de Microorganismos de Montaña y Fertibiol en mezcla con el abono orgánico, ya que se genera una disminución en la acumulación de biomasa fresca. Dicho pierde puede deberse a que ambos productos presentan un valor de pH bajo, alrededor de 4. De esta manera, la forma de aplicación de dichos productos, que fue por inmersión de la parte radical directamente en la solución, pudo tener un efecto directo de daño sobre las raíces, o modificar las relaciones biológicas en la rizosfera y, por ende, existe una interdependencia entre el crecimiento radical y aéreo”.

De acuerdo con ZHOU, et al. (2019), “Uno de los muchos problemas que hay, y el de los más importantes en el proceso de compostaje aeróbico, es la productividad de olores desagradables. Estos olores se deben al alto contenido de nitrógeno amoniacal presente en el estiércol. Este problema puede solucionarse agregando diversas cepas microbianas, *Bacillus stearothermophilus*, *Candida utilis* y *Bacillus subtilis*. Este consorcio microbiano reduce la emisión de amoníaco en el proceso de compostaje, asimismo disminuye los valores del pH y promueve el crecimiento de bacterias que oxidan al amoníaco convirtiéndolo en nitrato”.

Autores como, ZHANG, et al. (2020), sostienen que, “uno de los factores claves en el proceso de compostaje de estiércol de animales es la generación de amoníaco. La adición de agentes microbianos durante el compostaje permite reducir la generación de amoníaco”.

Por otro lado, concerniente a los antecedentes nacionales se encontró los siguientes: MORENO (2017), “desarrolló un estudio para analizar la calidad de los abonos orgánicos a base de estiércol de cerdo. Los bio-abonos se obtuvieron a través de la fermentación homo-láctica el peso de las mazorcas de maíz con estiércol sólido de cerdo fue 0.143 kg”.

Por otro lado, MORENO y CADILLO (2018), “utilizaron como abono orgánico estiércol de cerdo en el cultivo de maíz chala. Después de la cosecha del Maíz, utilizando estiércol sólido como abono, el suelo presentó mayor contenido de materia orgánica, fósforo y potasio”. CEVALLOS (2016), “realizó un estudio para analizar la calidad del compost a base de estiércol de ganado bovino, panca de maíz, cascarilla de arroz y microorganismos eficaces. Con el tratamiento 3 (150 mL de EM)”. Se obtuvo mayor contenido de nitrógeno en el compostaje.

ZARATE (2019), “desarrolló un estudio para mejorar la calidad del compost. Para ello, se utilizó residuos sólidos orgánicos como estiércol de cuy, estiércol de vacuno y microorganismos eficientes. El proceso de compostaje duro 66 días. Del estudio se concluyó que, la adición de estiércol de cuy reduce la concentración de metales pesados en el compost”.

De acuerdo con MINAM (2017), “un residuo sólido es cualquier objeto, material o elemento, el cual resulta del consumo de un bien o servicio, del que su generador tenga la intención de desprenderse”.

Por otro lado, CABRERA (2016), define a los residuos sólidos orgánicos, “como la materia orgánica, la cual presenta un menor tiempo de descomposición que los inertes. Entre los residuos sólidos orgánicos tenemos restos de cocina, restos de jardinería, y residuos vegetales y animales en general”.

RUIZ, (2019), en su investigación, concluyó que: “Los proyectos basados en compostaje de estiércol porcino, son una alternativa sostenible ya que además de

reducir el problema en la gestión de esta clase de residuos, también se generaría altos beneficios económicos debido a la comercialización del compost en comparación a la habitual forma de una gestión. Agregando su alto contenido en materia orgánica y nutrientes para fomentar una agricultura más sostenible, limitando así el uso de fertilizantes químicos, un claro concepto de economía circular”.

La norma chilena 2880, tiene el propósito de establecer los requisitos de calidad del compost producido a partir de residuos orgánicos; los cuales pueden provenir de diversas actividades humanas, tales como la agroindustria, la actividad agrícola, la pecuaria, residuos pesqueros, de mercados y de comercialización de productos vegetales. Asimismo, esta norma se aplica al compost producido en las plantas de compostaje. Además, esta norma se aprobó en el año 2015. Los valores de referencia de los parámetros del compost producido se muestran en la tabla 1 (INN 2015).

Por otro lado, existe la norma colombiana de calidad de compost. La norma colombiana 5167 establece los valores de referencia para la calidad del compost obtenido a partir de residuos sólidos orgánicos. Este tipo de abono orgánico se constituye en un excelente acondicionador del suelo y no ocasiona daño alguno, tanto al sistema edáfico como a la microbiota presente en el mismo. Esta norma se aprobó en el año 2011 por la ICONTEC. Los valores de referencia de los parámetros del compost producido se muestran en la tabla 1 (ICONTEC 2011).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este estudio, es de tipo explicativo. HERNÁNDEZ, (2014), menciona, “el estudio es de tipo explicativo ya que se busca conocer el efecto que tienen los microorganismos en la descomposición del estiércol de cerdo”. Por otro lado. “el diseño de investigación es de tipo experimental, ya que se hace la manipulación de variables. La variable a manipular será la dosis de microorganismos eficientes” SUPO, (2014).

Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental. Según MURILLO, (2011) señala que, “en la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, controla el aumento o disminución de estas variables y su efecto sobre el comportamiento observado. En otras palabras, el experimento implica cambiar el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto sobre otra variable (variable dependiente). Esto se hace bajo condiciones estrictamente controladas para describir cómo o por qué ocurrió una situación o evento en particular.

3.2 Operacionalización de variables

3.2.1. Variables

Las variables de estudio son:

Variable independiente: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña.

Variable dependiente: Compostaje de estiércol del camal municipal.

3.2.2. Operacionalización

▪ **Variable Independiente:** Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña.

Definición conceptual: MÉNDEZ, (2019), menciona que: “los microorganismos de montaña (MM) existen en la superficie y las capas orgánicas de todos los suelos. Los ecosistemas naturales ininterrumpidos y su uso pueden mejorar las condiciones del

suelo, por lo que, entre ellos, se ha implementado la adición de agentes microbianos en prácticas agrícolas en varios lugares del Mundo”.

Definición operacional: Se define como la proporción de residuos sólidos orgánicos que se colocarán a la pila compostera. Se elaborará el compostaje con el estiércol que genera el camal municipal de Lamas, mediante el siguiente proceso que, consiste en crear las condiciones necesarias y adecuadas de luz, temperatura y humedad para que la materia orgánica sea descompuesta por los microorganismos descomponedores de montaña y usando como sustratos, aserrín y cascarilla de arroz.

Indicador: Volumen

Escala de medición: Litros.

▪ **Variable Dependiente:** Compostaje de estiércol del camal municipal.

Definición conceptual: “El compostaje es una tecnología de bajo costo que puede convertir desechos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables. Estos materiales como el estiércol, pueden usarse como enmiendas del suelo y / o fertilizantes y como sustratos para cultivos sin suelo, reduciendo su impacto ambiental y haciendo posible utilizar los recursos que contienen. La calidad del compost es el contenido de nutrientes en porcentaje, que contiene el abono orgánico”. TORTOSA, (2008).

Definición operacional: Se aprovechará el estiércol que genera impactos negativos en el camal Municipal, mediante el compostaje.

Indicador: Peso

Escala de medición: Cuantitativo - Kg.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

La población está conformada por 1200 kg. de estiércol, se trabajará con la cantidad de residuos sólidos (estiércol) que se generan en el camal municipal de la ciudad de Lamas. En el camal municipal se sacrifican 40 cerdos por día, cada cerdo genera 0,5 kg. de estiércol; con lo cual se obtiene 20 kg de estiércol diariamente. El ensayo tendrá una duración de dos meses.

“Esta es una colección de personas y cosas que desea saber en su investigación. El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros”.

PINEDA, et al, 1994 (108).

Muestra

La muestra, estará conformada por 65.7 kg de residuos sólidos orgánicos. De los cuales el 60% será estiércol Porcino (39.4 kg).

“Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros que se verá más adelante. La muestra es una parte representativa de la población” MATA, 1997 (39).

Muestreo

Para desarrollar este estudio, el tipo de muestreo es probabilístico.

“El muestreo probabilístico, es una técnica en la que un investigador establece una selección de unos pocos criterios y selecciona al azar a miembros de una población. Todos los miembros tienen la misma oportunidad de formar parte de la muestra con este parámetro de selección”. LÓPEZ, 2004 (08).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos:

En el presente estudio se aplicarán técnicas como:

- ❖ **Observación:** A través de ello, podremos identificar las características químicas del estiércol, como: color, olor, humedad, peso, textura, temperatura.
 - ❖ **Toma de muestra:** Se tomará muestras del estiércol de cada uno de los 4 diferentes tratamientos generados en el camal municipal, para determinar su pH, su temperatura y contenidos químicos.
 - ❖ **Análisis a nivel de laboratorio:** Acá se analizará lo que se ha obtenido de la muestra, esto se va a llevar a cabo en un laboratorio certificado por el INACAL.
- MENDOZA y AVILA, (2020), menciona que, “las técnicas constituyen el conjunto de instrumentos en el cual se efectúa el método”.

Instrumentos de recolección de datos:

En la investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- ❖ Guías de observación
- ❖ Planilla de control para recolección de muestras
- ❖ Resultado análisis de laboratorio

CHÁVEZ, (2008), nos dice que, “mediante el instrumento de recolección de datos se obtiene la información sobre las variables”.

Validación

La validez, se emitirá a juicio de los profesionales expertos relacionados al tema, quienes validarán sobre los instrumentos a utilizar.

“La validez es el grado en que una herramienta mide lo que queremos medir, los modelos factoriales se suelen proponer como uno de los métodos de verificación de la construcción, por lo que lo estudiamos en profundidad”. SANTOS, (2017).

Tabla 1. *Técnicas, instrumentos y fuentes*

Técnica	Instrumento	Fuente
Observación	Guías de observación	Los autores
Toma de muestra	Planilla de control del proceso de Compost	Los autores
Análisis a nivel de laboratorio	Resultados de laboratorio	Laboratorio certificado por INACAL.

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

3.5 Procedimientos

Para elaborar el compostaje con estiércol de cerdo en camal municipal, se necesitarán los siguientes materiales:

Tabla 2. *Materiales y equipos*

Materiales	Equipos
<input type="checkbox"/> Estiércol	<input type="checkbox"/> Guantes
<input type="checkbox"/> Biodigestor	<input type="checkbox"/> Mascarilla
<input type="checkbox"/> Botella plástica	<input type="checkbox"/> Balanza analítica
<input type="checkbox"/> Mangueras	<input type="checkbox"/> Termómetro
<input type="checkbox"/> Listones	<input type="checkbox"/> pH metro o papel tornasol
<input type="checkbox"/> Agua	<input type="checkbox"/> Botas
<input type="checkbox"/> Cascarilla de arroz	<input type="checkbox"/> Guardapolvo
<input type="checkbox"/> Aserrín	
<input type="checkbox"/> Microorganismos	
<input type="checkbox"/> eficientes	
<input type="checkbox"/> Embudo	
<input type="checkbox"/> Pegamento para plástico	
<input type="checkbox"/> Balde pequeño	
<input type="checkbox"/> Palana	

Elaboración del compost:

Se realizó los siguientes procedimientos:

A) Procedimientos previos a la elaboración del Compost dentro del Camal Municipal de Lamas:

- Puesto que nuestro proyecto fue ejecutado dentro del Camal Municipal de Lamas, entonces, a través de una carta formal, se solicitó el permiso para ejecutarlo.



- Se realizó coordinaciones con el personal encargado de limpieza, para solicitar su apoyo en la recolección del estiércol.
- Luego de la autorización, se preparó el terreno u/o espacio donde fueron armadas las pilas composteras.



- Se procedió con la activación de los microorganismos de montaña en el biodigestor, agregando agua y melaza.



En un biodigestor de 200 L, agregamos 180 L de agua, 10 L de melaza y 10 L de microorganismos.

- El personal procedió a juntar el estiércol con guantes y mascarilla.



- Luego, se trasladó el estiércol, en balde de 20 L, al área donde se realizó el trabajo (a 15 metros).



B) Procedimiento para la elaboración del compost dentro del camal Municipal de Lamas:

Obtenidos todos los insumos, o los residuos con los que se trabajó, se agregó sobre las pilas composteras, los sustratos de aserrín, cascarilla de arroz, MM y el estiércol. Las cantidades de insumos en cada pila compostera fueron:

- Primer tratamiento, 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + de MM
- Segundo tratamiento, 60% estiércol+ 40% aserrín + de MM
- Tercer tratamiento, 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM
- Cuarto tratamiento, 100% estiércol + MM

Evaluaciones:

En cada pila compostera se hará evaluaciones cada 15 días, como, humedad, temperatura, pH, iluminación (luz). Se hará tres repeticiones en cada pila, Asimismo, se tendrá 4 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales (pilas composteras). Las pilas composteras tendrán las siguientes dimensiones: largo (0,60 m), ancho (0,60 m) y altura (0,25 m). Para llevarlo al laboratorio, mediremos los siguientes parámetros, a saber, macronutrientes y micronutrientes.

Peso de residuos por pila compostera:

$$W_{pc} = 65.7/12 = 5.4 \text{ kg}$$

Para T1:

$$W_{\text{estiércol.}} = 0.60 \times 5.4 = 3.2 \text{ kg (60\% de estiércol)}$$

$$W_{\text{cascarilla.}} = 0.40 \times 5.4 = 2.1 \text{ kg (40\% de cascarilla)}$$

$$\text{Microorganismos.} = 0.14 \times 3 = 0.42 \text{ L}$$



Temperatura



pH



Iluminación



Humedad

Para T2:

W estiércol. = $0.60 \times 5.4 = 3.2$ kg (60% de estiércol)

W aserrín. = $0.40 \times 5.4 = 2.1$ kg (40% de aserrín)

Microorganismos. = $0.14 \times 3 = 0.42$ L



Temperatura



pH



Iluminación



Humedad

Para T3:

W estiércol. = $0.60 \times 5.4 = 3.2$ kg (60% de estiércol)

W cascarilla. = $0.20 \times 5.4 = 1.08$ kg (20% de cascarilla)

W aserrín. = $0.20 \times 5.4 = 1.08$ kg (20% de aserrín)

Microorganismos. = $0.14 \times 3 = 0.42$ L



Mezclando los
residuos de manera
homogénea.



Temperatura



pH



Iluminación



Humedad

Para T4:

W estiércol. = 100% = 5.4 kg

Microorganismos. = $0.14 \times 3 = 0.42$ L



Temperatura



pH



Iluminación



Humedad

En una semana, se utilizó 1.68 L de microorganismos en total:

$$12 \times 0.14 = 1.68 \text{ L}$$

El proyecto tuvo una duración de dos meses, se aplicó 13.44 L de microorganismos en 8 semanas: $1.68 \times 8 = 13.44 \text{ L}$.

3.6 Método de análisis de datos

Para el análisis y procesamiento de los datos se realizó mediante el programa Excel y Word del paquete office 2019.

3.7 Aspectos éticos

Como parte de la ética en la investigación, compromiso de respetar las citas bibliográficas del derecho de los autores referenciados y seguir los lineamientos de los formatos dados por la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Luego de las investigaciones realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Determinar la caracterización del estiércol del camal municipal de Lamas, 2021.

4.1. El estiércol de cerdo, según Moreno y Cadillo (2018) está compuesto por 26,23 % de H^o; 80,86 % de materia orgánica; 6,27 dS/m de conductividad eléctrica; 6,36 de pH; 2,04 % de N; 6,1 % de P; 1,63 % de K y 3,98 % de Ca. (tabla 3)

Tabla 3. Composición del estiércol de cerdo

Componente	Unidad	Valor
Humedad	%	26.23
Materia orgánica	%	80.86
Conductividad eléctrica	dS/m	6.27
pH	-	6.36
N	%	2.04
P	%	6.1
K	%	1.63
Ca	%	3.98

Fuente: MORENO Y CADILLO (2018)

Fundamentar las composiciones nutricionales de los diferentes compost de estiércol del camal municipal, Lamas, 2021.

4.2 Composiciones nutricionales de los diferentes compost pH del compost por tratamiento

4.2.1. El valor del pH del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 8.43; seguido por el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz+ 20% aserrín+ MM) con un valor de 8.26; por otra parte, el valor del pH fue menor en el tratamiento 1 (60% estiércol+

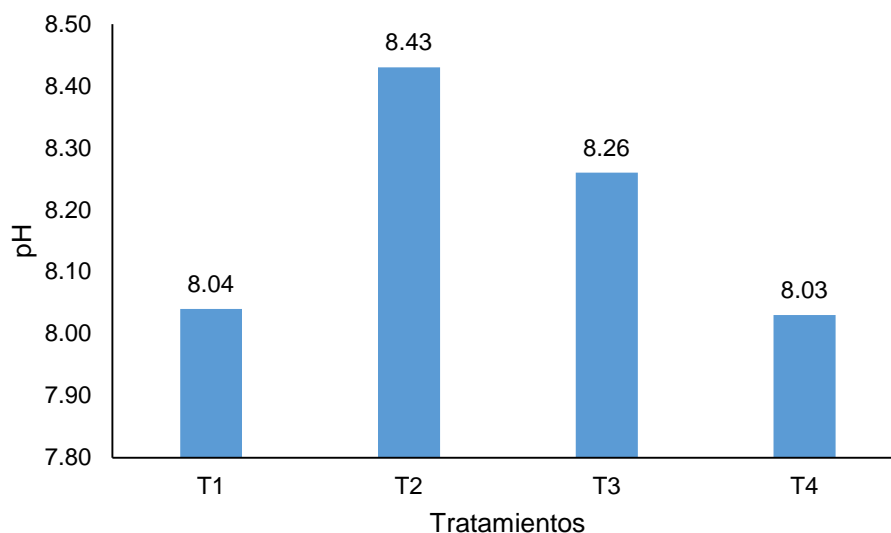
40% cascarilla de arroz+ MM) con un valor de 8.04; seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol + MM), con un valor de 8.03. (Tabla 4) (Figura 2).

Tabla 4. pH del compost por tratamiento

Tratamientos	pH
T1	8.04
T2	8.43
T3	8.26
T4	8.03

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 1. pH del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Conductividad Eléctrica del compost por tratamiento

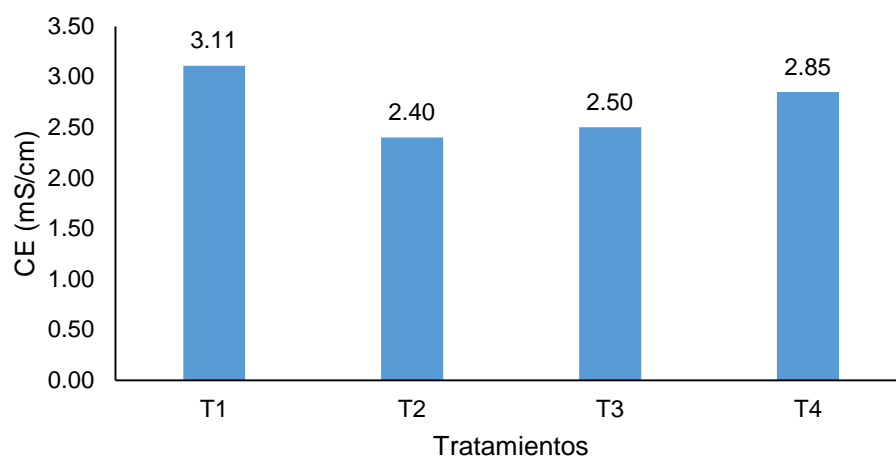
4.2.2. El valor de la Conductividad Eléctrica del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento T1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 3.11 mS/cm.; siguiendo el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 2.85 mS/cm; por otra parte, el valor de la Conductividad Eléctrica fue menor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz+ 20% aserrín+ MM) con un valor de 2.50 mS/cm; seguido por el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 2.40 mS/cm (Tabla 5) (Figura3).

Tabla 5. CE del compost por tratamiento

Tratamientos	CE (mS/cm)
T1	3.11
T2	2.40
T3	2.50
T4	2.85

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 2. *CE del compost por tratamiento*



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Nitrógeno del compost por tratamiento

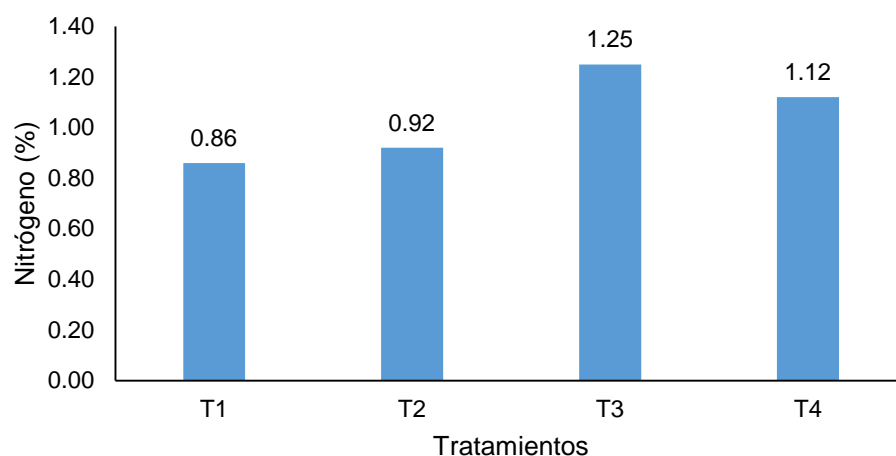
4.2.3. El valor contenido de nitrógeno del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 1.25%; seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 1.12%; por otra parte, el contenido de nitrógeno fue menor en el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 0.92%; seguido por el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 0.86% (Tabla 6) (Figura 4).

Tabla 6. Nitrógeno del compost por tratamiento

Tratamientos	N (%)
T1	0.86
T2	0.92
T3	1.25
T4	1.12

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 3. Nitrógeno del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Fósforo del compost por tratamiento

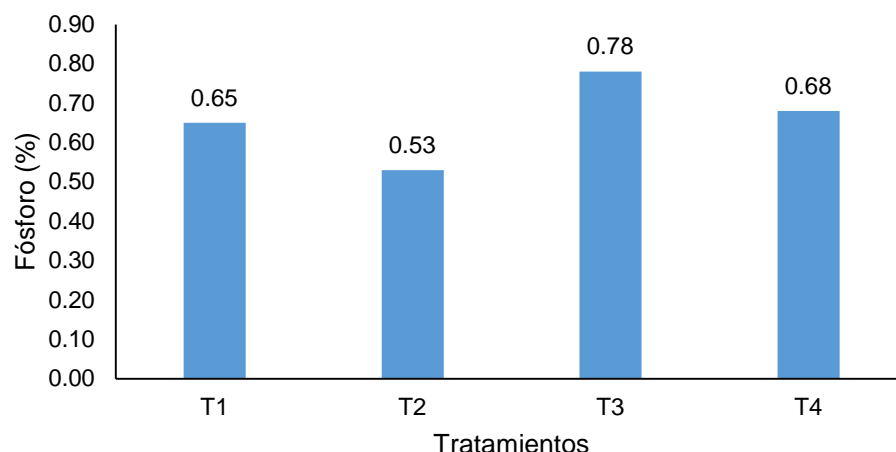
4.2.4. El valor del contenido de fósforo del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor con el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 0.78%; seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 0.68%, por otra parte, el contenido de fósforo fue menor en el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 0.65%; seguido por el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 0.53% (Tabla 7) (Figura 5)

Tabla 7. Fósforo del compost por tratamiento

Tratamientos	P (%)
T1	0.65
T2	0.53
T3	0.78
T4	0.68

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 4. Fósforo del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Potasio del compost por tratamiento

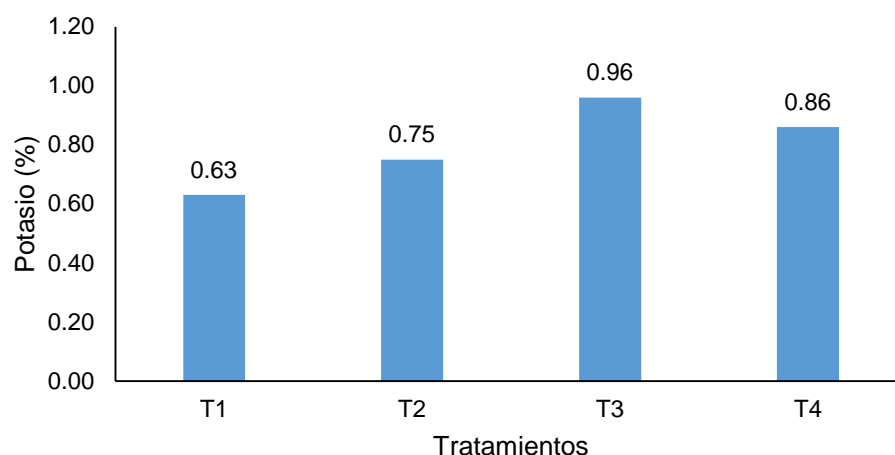
4.2.5. El valor del contenido de potasio del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor con el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 0.96%; seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 0.86%; por otra parte, el contenido de potasio fue menor en el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 0.75%; seguido por el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 0.63% (Tabla 8) (Figura 6)

Tabla 8. Potasio del compost por tratamiento

Tratamientos	K (%)
T1	0.63
T2	0.75
T3	0.96
T4	0.86

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 5. Potasio del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Zinc del compost por tratamiento

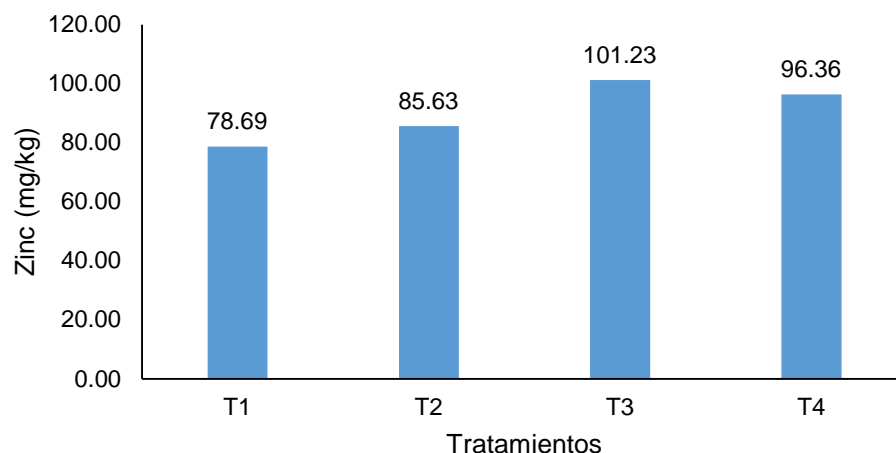
4.2.6. El valor del contenido de zinc del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 101.23 mg/kg; seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 96.36mg/kg; por otra parte, el contenido de zinc fue menor en el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 85.63 mg/kg; seguido por el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 78.69 mg/kg (Tabla 9) (Figura 7).

Tabla 9. Zinc del compost por tratamiento

Tratamientos	Zn (mg/kg)
T1	78.69
T2	85.63
T3	101.23
T4	96.36

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 6. Zinc del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Boro del compost por tratamiento

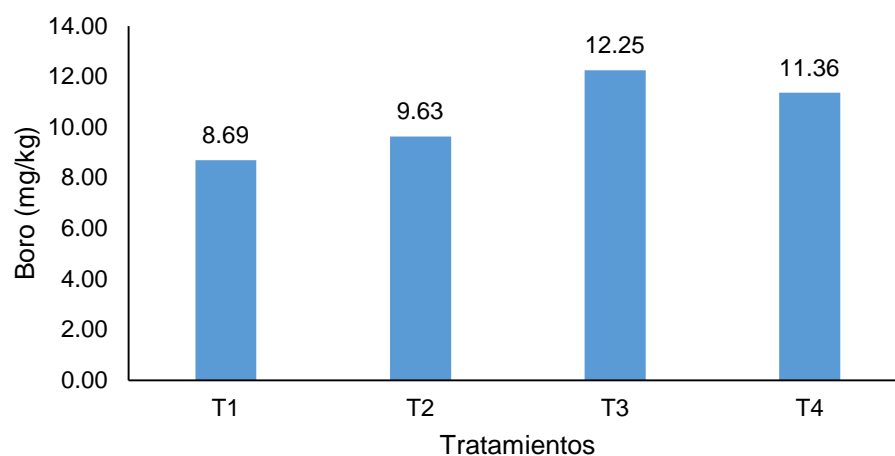
4.2.7. El valor del contenido de boro del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 12.25 mg/kg, seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 11.36 mg/kg; por otra parte, el contenido de boro fue menor en el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 9.63 mg/kg, seguido por el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 8.69 mg/kg (Tabla 10) (Figura 8).

Tabla 10. Boro del compost por tratamiento

Tratamientos	B (mg/kg)
T1	8.69
T2	9.63
T3	12.25
T4	11.36

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 7. Boro del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Manganeso del compost por tratamiento

4.2.8. El valor del contenido de manganeso del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 152.25 mg/kg, seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 142.36 mg/kg; por otra parte, el contenido de manganeso fue menor en el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un

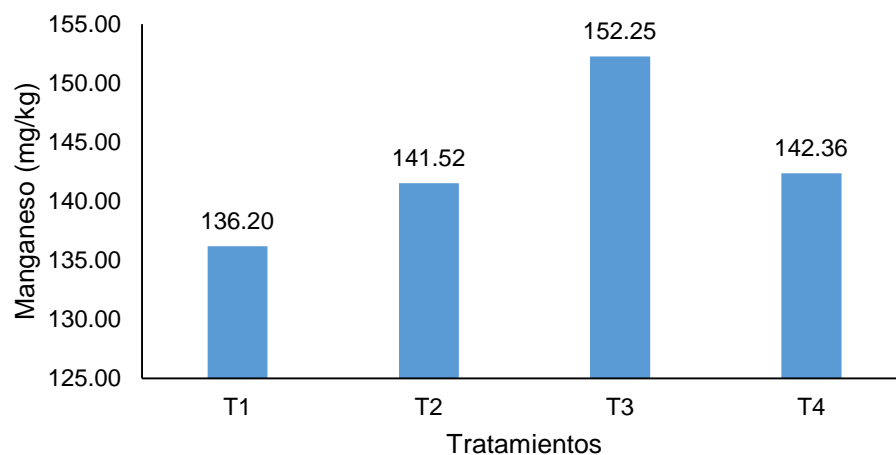
valor de 141.52 mg/kg, seguido por el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 136.20 mg/kg (Tabla 11) (Figura 9).

Tabla 11. Manganeso del compost por tratamiento

Tratamientos	Mn (mg/kg)
T1	136.20
T2	141.52
T3	152.25
T4	142.36

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 8. Manganeso del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Cobre del compost por tratamiento

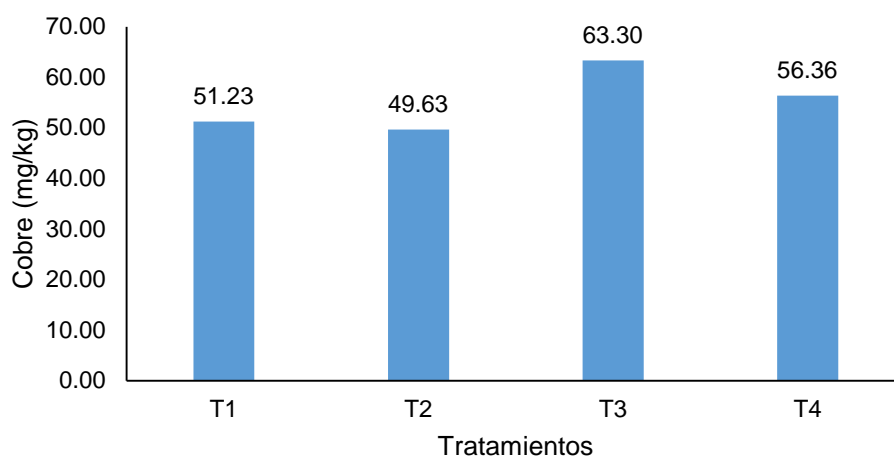
4.2.9. El valor del contenido de cobre del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 63.30 mg/kg, seguido por el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 56.36 mg/kg; por otra parte, el contenido de cobre fue menor en el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 51.23 mg/kg, seguido por el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 49.63 mg/kg (Tabla 12) (Figura10).

Tabla 12. Cobre del compost por tratamiento

Tratamientos	Cu (mg/kg)
T1	51.23
T2	49.63
T3	63.30
T4	56.36

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 9. Cobre del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Hierro del compost por tratamiento

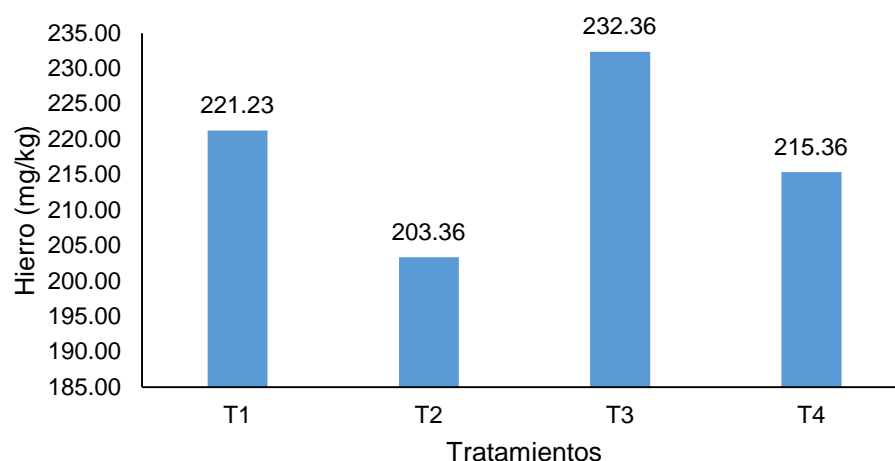
4.2.10. El valor del contenido de hierro del compost elaborado con estiércol de cerdo, fue mayor en el tratamiento 3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 232.36 mg/kg, seguido por el tratamiento 1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM) con un valor de 221.23 mg/kg; por otra parte, el contenido de hierro fue menor en el tratamiento 4 (100% estiércol+ MM) con un valor de 215.36 mg/kg, seguido por el tratamiento 2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM) con un valor de 203.36 mg/kg (Tabla 13) (Figura 11).

Tabla 13. Hierro del compost por tratamiento

Tratamientos	Fe (mg/kg)
T1	221.23
T2	203.36
T3	232.36
T4	215.36

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 10. Hierro del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

Elaborar una propuesta metodológica para obtener el compost de estiércol de cerdo con el tratamiento óptimo en el camal municipal, Lamas 2021.

4.3 Propuesta metodológica para obtener compost

En el anexo 5 se muestra la propuesta para obtener compost de estiércol de cerdo. La propuesta está conformada por: Introducción, objetivo, metodología, materias primas, rendimiento, aplicación del compost, composición química del compost, formato de presentación, costo de obtención del compost. El tratamiento 3 presentó mayor rendimiento y mayores cantidades de macro y micronutrientes, es por ello que se determinó su costo de producción. El costo de producción de 1 kg de compost con el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM) fue s/ 0.84. (ver anexo 6) (Tabla 15) (Tabla 16).

Realizar el compostaje de estiércol del camal municipal, mediante la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

4.4 Realización del compost

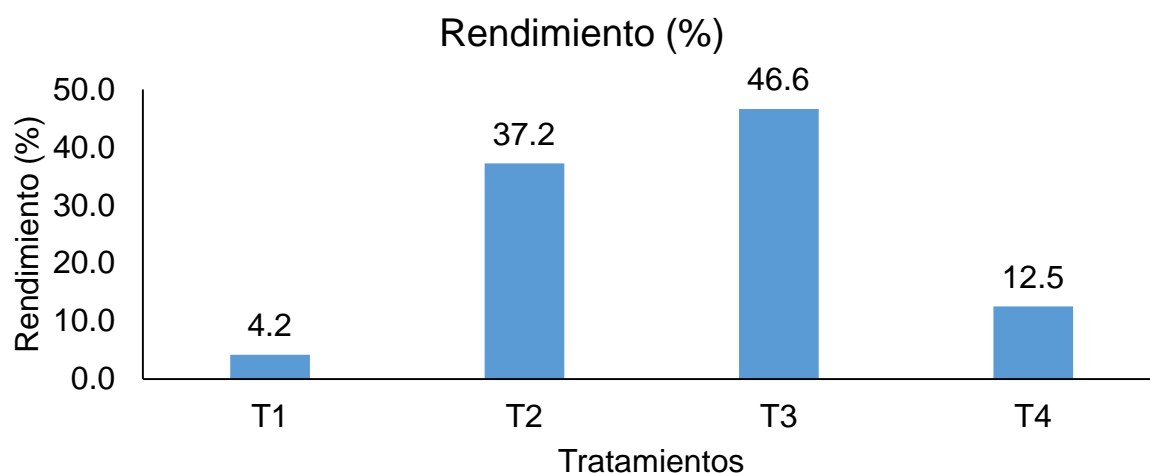
Con los cuatro tratamientos se obtuvo compost a partir del estiércol de cerdo. Sin embargo, el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM) obtuvo mayor rendimiento en la producción de compost, con un rendimiento del 46.6%; el tratamiento 2 (estiércol (60%), aserrín (40%) y MM) obtuvo un rendimiento de 37.2%; mientras que el tratamiento T4 (100% estiércol + MM) obtuvo un rendimiento de 12.5; y, con el tratamiento T1 se obtuvo un rendimiento del 4.2% (ver figura 12).

Tabla 14. Rendimiento del compost por tratamiento

Tratamientos	Rendimiento (%)
T1	4.2
T2	37.2
T3	46.6
T4	12.5

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Figura 11. Rendimiento del compost por tratamiento



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Nota.

T1: 60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM

T2: 60% estiércol+ 40% aserrín + MM

T3: 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM

T4: 100% estiércol + MM

IV. DISCUSIÓN

En el presente estudio, se encontró valores de pH del compost elaborado con estiércol de cerdo, desde 8.03 en el T4 (100% estiércol + MM), hasta 8.03 con el tratamiento T2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM). El pH en el proceso de compostaje en la etapa mesofílica, tiende a disminuir, debido a la descomposición de los azúcares en ácidos orgánicos, debido a la actividad de hongos y bacterias mesofílicas. Luego, en la etapa termofílica, en la cual la temperatura alcanza valores de 70°C, el pH, tiende a elevarse debido a que los aminoácidos, se transforman en amonio (NH_4^+); en esta etapa la actividad microbiana es más lenta. Finalmente, en la etapa de maduración, el pH, disminuye, debido a la conversión del amonio en nitratos. El pH del compost estuvo por encima del valor neutro, esto se debe a la cantidad elevada de nitrógeno en el material de origen (estiércol de cerdo); de acuerdo con MORENO y CADILLO (2018), este tipo de estiércol contiene un alto porcentaje de nitrógeno (2.04%). Por otro lado; de acuerdo con la norma NCh 2880, el pH del compost debe estar en el rango de 5.0 a 7.5; es decir al comparar el pH del compost obtenido de cada uno de los tratamientos, ninguno cumpliría esta norma, ya que los valores estuvieron por encima de 7.5 (NCh-2880, 2009); para obtener un pH menor del compost, se debe realizar un balance adecuado de la relación C/N en los materiales de partida (FAO, 2013).

PRADA - MATIZ y CORTÉS, (2010), menciona que, con respecto a la conductividad eléctrica del compost para los tratamientos varió desde 2.40 mS/cm a 3.11 mS/cm, siendo el T1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM), el que obtuvo el mayor valor, esto se relaciona con la cantidad de minerales que contiene la cascarilla de arroz como el magnesio, potasio y sodio. (Asimismo, BARREROS, (2017), el aumento de los valores de conductividad eléctrica en todos los tratamientos, se debe a la conversión del nitrógeno orgánico en amonio y nitratos, y a la alta concentración de sales del material compostable de partida (estiércol de cerdo).

Asimismo, en cuanto al contenido de nitrógeno, en todos los tratamientos se obtuvo valores entre 0.86% y 1.25%, siendo el tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) el que presentó un mayor contenido de nitrógeno, con un valor de 1.25%. De acuerdo con JORGE et al. (2018) durante el proceso de

compostaje, nitrógeno amoniacal se reduce debido a que una parte se volatiliza y otra parte se convierte en nitratos; esta forma de nitrógeno, es la que aparece finalmente en el compost, el cual es un macronutriente indispensable para el desarrollo de las plantas. Asimismo, en la norma NCh 2880 se indica un valor referencial del nitrógeno superior a 0,8% para una buena calidad del compost (NCh-2880, 2009). En todos los tratamientos se obtuvo un contenido de nitrógeno superior a este valor estándar, siendo el T3, el que obtuvo un mayor contenido de este nutriente. Esto significa que el compost producido con 60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM, tiene la ventaja de mejorar las propiedades nutricionales del suelo, por su elevado contenido de nitrógeno; evitando de este modo la aparición de clorosis en los tejidos de las plantas y contribuyendo al aumento de la biomasa (FAO, 2013).

Asimismo, el menor valor del contenido de fósforo se obtuvo con el tratamiento T2 (60% estiércol+ 40% aserrín + MM), con un valor de 0.53%; mientras que, el mayor el tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) presentó un mayor valor, siendo este de 0.78%. Según la norma NCh 2880, el contenido de fósforo en el compost debe ser menor de 0.1% (NCh-2880, 2009). Sin embargo. Sin embargo, MELENDREZ Y SÁNCHEZ (2019) reportan un valor de 0.43% para el contenido de fósforo del compost a partir de residuos sólidos orgánicos domiciliarios, utilizando microorganismos eficientes. Por otro lado, el fósforo del compost ayudará en la formación simétrica de los frutos y al llenado de granos (FAO, 2013). El porcentaje de fósforo encontrado en el compost no tiene efectos perjudiciales a la planta, ya que, una ventaja del compost es que, al contrario de lo que ocurre con los fertilizantes sintéticos, son liberados lentamente para el suelo. Esta es una característica importante, ya que la planta absorbe los nutrientes necesarios, de acuerdo con sus requerimientos, a lo largo del tiempo. Así, las plantas no son bien nutridas cuando reciben fertilizantes sintéticos, pues Estos son muy solubles, es decir los nutrientes son solubilizados rápidamente y arrastrados por las aguas de irrigación y, principalmente por las lluvias. En este caso, las plantas tienen poco tiempo para absorber los nutrientes de los fertilizantes sintéticos (SARTORI, 2012).

El contenido de potasio del compost elaborado con estiércol de cerdo, tuvo valores desde 0.63% en el tratamiento T1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM); mientras que, el tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) tuvo el máximo valor con 0.96%. Esta diferencia se debe a que el aserrín es una fuente de potasio, tal como lo sostienen CAROLLA, SANCHEZ Y MONTIEL (2007). BOHÓRQUEZ, PUENTES Y MENJIVAR (2015) encontraron un porcentaje de potasio de 1.0%, al utilizar una mezcla de residuos orgánicos cachaza (50%), bagazo (50%), suplementada con 2 m³ de vinaza. Los investigadores mencionan que el elevado contenido de potasio se debe a que los materiales de partida tuvieron un alto porcentaje de este macronutriente. Por otro lado, la FAO (2013), el potasio permite fortalecer a la planta, reduciendo la presencia de necrosis en el tejido foliar, mejora el tamaño de los frutos. Por otro lado, durante el proceso de compostaje, la materia orgánica se descompone liberando nutrientes como el fósforo, nitrógeno y potasio, los cuales favorecerán la nutrición de las plantas (ALMEIDA, 2008). Por otro lado, SARTORI (2012), menciona que el potasio regula la entrada y salida de agua en la planta y ayuda también a la absorción de otros nutrientes. Asimismo, BRAVO et al. (2017), reportan para el porcentaje de potasio en el compost obtenido a partir de los residuos de la caña de azúcar un valor de 1.1%. Asimismo, los autores mencionan que este compost es adecuado para ser utilizado como fertilizante orgánico en las plantas. Asimismo, según la normativa australiana de calidad del compost, se considera un control de buena calidad cuando el contenido de potasio es superior al 0.3%; en este caso, en todos los tratamientos del estudio se encontró cantidades superiores a este valor de referencia (ESCOBAR, PONCE Y AZERO, 2011).

Con respecto al contenido de zinc del compost elaborado con estiércol de cerdo, se obtuvo un menor valor con el tratamiento T1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM), siendo este de 78.69 mg/kg; mientras que, el tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) generó el mayor valor de contenido de zinc, siendo de 101.23 mg/kg; esto se debe al aporte de este micro-elemento por parte del aserrín. HERNÁNDEZ et al. (2013) encontraron un contenido de zinc del proceso de descomposición aeróbica de los residuos vegetales y pecuarios (gallinaza:

aserrín, 1:2); con un valor de 277 mg/kg, después de seis meses de compostaje. Por otro lado, estos mismos autores señalan que el contenido máximo de zinc encontrado en el compost es 500 mg/kg. Asimismo, SARTORI (2012), menciona que, el zinc contribuye a la formación de brotes y a la producción de hormonas en las plantas. De otro lado, ROSAL et al. (2007) mencionan que la concentración de zinc aumenta significativamente durante la descomposición aerobia de la materia orgánica; enriqueciendo de esta manera el compost con micro-elementos, ya que no se rechaza al momento de realizar el tamizado del compost.

Con respecto al contenido de boro del compost, el menor valor se obtuvo con el tratamiento T1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM), con un valor de 8.69 mg/kg; mientras que, el tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) obtuvo un valor de 12.25 mg/kg. De acuerdo con TEAM (2016), el boro se encuentra en el estiércol proveniente de animales en una concentración de 13.6 mg/kg. Asimismo, SARTORI (2012) indica que el boro interviene en la formación del polen, la resistencia física de las plantas y contribuye a que las hojas y las ramas sean más firmes y rígidas. Por otro lado, concerniente al contenido de manganeso del compost elaborado con estiércol de cerdo, el tratamiento T1 (60% estiércol+ 40% cascarilla de arroz + MM), presentó un valor (136.20 mg/kg); mientras que, el mayor valor correspondió al tratamiento T3 (60% estiércol+ 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM) con un valor de 152.25 mg/kg. El manganeso es el activador de la formación de vitaminas en la planta, aumenta la resistencia a las plagas y enfermedades, activa el aroma y el sabor de los frutos, ayuda en el transporte de nutrientes y aumenta la resistencia de la planta a las variaciones climáticas (SARTORI, 2012). Asimismo, el costo de producción de 1 kg de compost con el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM) fue 0.84; este costo puede reducirse al utilizar los residuos de la finca (FAO, 2013). Finalmente, el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en la producción de compost fue el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM) con un rendimiento del 46.6%; seguido del tratamiento 2 (estiércol (60%), aserrín (40%) y MM) con 37.2%.

V. CONCLUSIONES

En la composición del estiércol de cerdo, se evidencia un elevado contenido de materia orgánica y nutrientes, los cuales son elementos indispensables para la formulación de abonos orgánicos como el compost, ya que permitirán aportar nutrientes al suelo para el desarrollo de las plantas.

Se fundamentó las composiciones nutricionales de los diferentes compost de estiércol de cerdo del camal municipal, Lamas, 2021. Siendo el tratamiento más óptimo, el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM), debido a su valor adecuado de pH y conductividad eléctrica, y a su composición de macro-nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y micro-nutrientes (zinc, boro, manganeso, cobre y hierro).

Se elaboró una propuesta metodológica para obtener el compost de estiércol de cerdo con el tratamiento óptimo en el camal municipal, Lamas 2021. La propuesta está conformada por: Introducción, objetivo, metodología, materias primas, rendimiento, aplicación del compost, composición química del compost, formato de presentación, costo de obtención del compost. El costo de producción se determinó para el tratamiento 3, debido a que presentó mayor rendimiento y mayores cantidades de macro y micro-nutrientes. El costo de producción de 1 kg de compost con el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM) fue s/ 0.84.

Se concluye que es factible realizar el proceso de compostaje de estiércol de cerdo, utilizando aserrín, cascarilla de arroz y microorganismo descomponedores de montaña, aceptando así la H_1 : Con la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña es posible realizar el compostaje de estiércol del camal municipal, Lamas, 2021, y rechazando la H_0 : Con la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña no es posible realizar el compostaje de estiércol del camal municipal, Lamas, 2021.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda al personal de la municipalidad provincial de Lamas, realizar la caracterización de otros materiales con potencial de producir compost, como los residuos de bovinos, equinos y animales menores, de tal manera que al balancear adecuadamente la relación C/N, valor que debe estar entre 25 y 35, con la finalidad de obtener un proceso adecuado de compostaje

Se recomienda a la gerencia de gestión ambiental de la municipalidad provincial de Lamas, difundir la técnica de compostaje obtenida con el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM), debido a su valor adecuado de pH y conductividad eléctrica, y a su composición de macro-nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y micro-nutrientes (zinc, boro, manganeso, cobre y hierro).

Se recomienda al personal del área del camal municipal de Lamas, la aplicación de la propuesta metodológica, para obtener el compost de estiércol de cerdo con el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM) para producir compost a un bajo costo (s/ 0.84 por kg) y de esta manera pueda ser utilizado para el suministro de nutrientes al suelo y como mejorador de las propiedades del mismo.

Se recomienda al personal de gerencia de gestión ambiental y servicios municipales, seguir el procedimiento de obtención con el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM), ya que obtuvo un mayor rendimiento (46.6%) al realizar el proceso de compostaje de estiércol de cerdo del camal municipal, mediante la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

REFERENCIAS

- AJIBADE, S., Mupambwa, H.A., Manyevere, A. Y Mnkeni, P.N.S., 2020. Influence of microbial inoculation of igneous rock phosphate-amended cow and pig manures on vermidegradation and nutrient release. *Agronomy*, vol. 10, no. 10 October. ISSN 20734395. DOI 10.3390/agronomy10101587. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/10/1587>
- BACA, I., Azcón, B.E., Baldani, R., Bonilla, V.L.D.; Y Ruth, 2010. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria [en línea]*, vol. 11, pp. 155-164. ISSN 0122-8706. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945029007>.
- BARREROS, E., 2017. Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (*cavia porcellus*), enriquecido [en línea]. S.I.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28263%0Awww.uta.edu.ec>.
- BOHÓRQUEZ, A., PUENTES, Y. y MENJIVAR, J.C., 2015. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, vol. 15, no. 1, pp. 73-81. ISSN 0122-8706. DOI 10.21930/rcta.vol15_num1_art:398.
- BRAVO, E.L., Javier, A., Rivera, A., Suárez, M.H., Cueto, G., De, G. Y Costales, F., 2017. Properties of a compost obtained starting from residuals of the production of cane sugar. *Centro Agrícola*, vol. 44, no. 3, pp. 49-55. Disponible en: ISSN 0253-5785.
- CABRERA, V., 2016. Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251?show=full>.
- CAROLLA, C., SANCHEZ, R. y MONTIEL, E., 2007. Modelo estadístico que permite inferir concentración de potasio en «compost» producido a partir de desechos orgánicos. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 22, no. 2.

- CEVALLOS, K.F., 2016. Efecto del incremento de la concentración de microorganismos eficaces, en la calidad del compost obtenido a partir de estiércol de bovinos, en el cantón yaguachi, guayas – ecuador-2013 [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Tumbes. Disponible en: <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/265/TESES DE DOCTORADO - KLEVER CEVALLOS CEVALLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CHEN, W., He, L., Tian, S., Masabni, J., Zhang, R., Zou, F. Y Yuan, D., 2020. Combined addition of bovine bone and cow manure: Rapid composting of chestnut burrs and production of a high-quality chestnut seedling substrate. *Agronomy*, vol. 10, no. 2, pp. 1-18. ISSN 20734395. DOI 10.3390/agronomy10020288.
- CLEMENTE, R., Sáez-Tovar, J.A. Y Bernal, M.P., 2020. Extractability, Distribution Among Different Particle Size Fractions, and Phytotoxicity of Cu and Zn in Composts Made With the Separated Solid Fraction of Pig Slurry. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 4, no. January, pp. 1-8. ISSN 2571581X. DOI 10.3389/fsufs.2020.00002.
- ESCOBAR, F., PONCE, J.S. y AZERO, M., 2011. Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. *Acta Nova* [en línea], vol. 5, pp. 1683- 0768. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n3/v5n3a04.pdf>.
- FAO, 2013. Manual de compostaje del agricultor [en línea]. 2013. S.I.: s.n. ISBN 9789253078448. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- GUARDIA, G., Cangani, M.T., Sanz-Cobena, A., Junior, J.L. Y Vallejo, A., 2017. Management of pig manure to mitigate NO and yield-scaled N₂O emissions in an irrigated Mediterranean crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 238, no. September, pp. 55-66. ISSN 01678809. DOI 10.1016/j.agee.2016.09.022.

- HERNÁNDEZ, R., Fernández, C. Y Baptista, P., 2014. Metodología de la investigación [en línea]. Sexta. México: s.n. ISBN 9781456223960.
Disponible en:
<https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- HERNÁNDEZ, O.A., HERNÁNDEZ, A., RIVERA, C., ARRAS, A.M. y OJEDA, D., 2013. Nutritional Quality of Four Organic Fertilizers Produced from Mixtures of Vegetable and Cattle Residues. *Terra Latinoamericana* [en línea], vol. 31, no. 1, pp. 35-46. ISSN 0187-5779. Disponible en:
<http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n3/v5n3a04.pdf>.
- HUH, J.H. Y KIM, K.Y., 2018. Time-based trend of carbon emissions in the composting process of swine manure in the context of agriculture 4.0. *Processes*, vol. 6, no. 9, pp. 1-18. ISSN 22279717. DOI 10.3390/pr6090168.
- JIANG, Y., Zhang, Y., Wang, S., Wang, Z., Liu, Y., Hu, Z. Y Zhan, X., 2021. Improved environmental sustainability and bioenergy recovery through pig manure and food waste on-farm co-digestion in Ireland. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 280, pp. 125034. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.125034. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125034>.
- JIN, Y., Miao, Y., Geng, Y., Huang, M., Zhang, Y., Song, X., Li, S. Y Zou, J., 2021. Calcium superphosphate-mediated reshaping of denitrifying bacteria community contributed to N₂O mitigation in pig manure windrow composting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 1, pp. 1-11. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph18010171.
- JORGE, P.A., ORTIZ, L.F., CALLE, J.L., TÉLLEZ, L.A., CÉSARE, M.F. y VISITACIÓN, L., 2018. Transformación del nitrógeno durante el compostaje de bosta de caballo. *Producción y Limpia*, vol. 13, no. 2, pp. 77-88. ISSN 23230703. DOI 10.22507/pml.v13n2a9.
- MARISCAL, G., 2007. Tratamiento Excretas Cerdos [en línea]. 2007. S.l.: s.n.
Disponible en: www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm.
- MINAM, 2017. Decreto Legislativo No 1278 [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en:

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-LegislativoN°-1278.pdf>.

MORENO, L. Y Cadillo, J., 2018. Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Anales Científicos*, vol. 79, no. 2, pp. 415. ISSN 0255-0407. DOI 10.21704/ac.v79i2.914.

MORENO, L.A., 2017. Calidad de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala. S.l.: Universidad Agraria La Molina. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3942>

NCH-2880, 2009. *Calidad del compost* [en línea]. 2009. Santiago: s.n. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/349938983/NCh2880-Norma-Chilena-de-Calidad-de-Compost>.

MOROCHO, M. Y Leiva-Mora, M., 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, vol. 46, no. 2, pp. 93103. ISSN 0253-5785.

PRADA - MATIZ, A. y CORTÉS, C., 2010. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: Una alternativa de aprovechamiento integral. *Orinoquía*, vol. 14, no. 2, pp. 155-170. ISSN 0121-3709.

ROSAL, A., PÉREZ, J.P., ARCOS, M.A. y DIOS, M., 2007. Impact of heavy metals in composting of municipal solid wastes and its use in agriculture in Spain. *Información tecnológica*, vol. 18, no. 6, pp. 75-82. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642007000600010.

SARTORI, V., 2012. *Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos*. 2012. S.l.: s.n.

SUPO, J., 2014. Cómo probar una hipótesis: El ritual de la significancia estadística [en línea]. Primera. Arequipa, Perú: s.n. ISBN 9781494305925. Disponible en: <https://medicinainternaaldia.files.wordpress.com/2014/04/librocc3b3mo-probar-una-hipc3b2tesis-dr-josc3a9-supo.pdf>.

- TEAM, 2016. ¿Contiene suficiente boro el estiércol? [en línea]. 2016. S.l.: s.n.
Disponible en: <https://agricultura-espanol.borax.com/resources/agronomy-notes/soil-and-crop-issues/does-manure-contain-enough-boron>.
- VARGAS-Pineda, O.I., Trujillo-González, J.M. Y Torres-Mora, M.A., 2019. El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento Composting, an alternative for the use of organic residues In the supply centers Compostagem, uma alternativa para o uso de resíduos orgânicos. Orinoqua [en línea], vol. 23, no. 2, pp. 123-129.
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945029007>.
- WAN, J., Wang, X., Yang, T., Wei, Z., Banerjee, S., Friman, V.P., Mei, X., Xu, Y. Y Shen, Q., 2021. Livestock Manure Type Affects Microbial Community Composition and Assembly During Composting. Frontiers in Microbiology, vol. 12, no. March, pp. 1-11. ISSN 1664302X. DOI 10.3389/fmicb.2021.621126.
- WANG, Y., Liu, S., Xue, W., Guo, H., Li, X., Zou, G., Zhao, T. Y Dong, H., 2019. The characteristics of carbon, nitrogen and sulfur transformation during cattle manure composting—based on different aeration strategies. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, no. 20. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph16203930.
- YANG, X., Liu, E., Zhu, X., Wang, H., Liu, H., Liu, X. Y Dong, W., 2019. Impact of composting methods on nitrogen retention and losses during dairy manure composting. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, no. 18, pp. 1-17. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph16183324.
- ZARATE, R.B., 2019. Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC-Concepción, 2018 [en línea]. S.l.: Universidad Continental.
Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6992/2/IV_FIN_107_TE_Zarate_Caja_2019.pdf.

ZHANG, Marchant-Forde, J.N., Zhang, X. y Wang, Y., 2020. Effect of Cornstalk

Biochar Immobilized Bacteria on Ammonia Reduction in Laying Hen Manure Composting. *Molecules* [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 24. Disponible en: doi:10.3390/molecules25071560.

ZHOU, H., Shen, Y., Li, R., Meng, H., Zhang, X., Wang, J., Cheng, H., Dong, S., Song, L., Ding, J. Y Cheng, Q., 2020. Heavy metals and community structure of microorganism changes during livestock manure composting with inoculation of effective microorganisms. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, vol. 13, no. 6, pp. 125-132. ISSN 19346352. DOI 10.25165/j.ijabe.20201306.5674.

ZHOU, S., Zhang, X., Liao, X., Wu, Y., Mi, J. Y Wang, Y., 2019. Effect of different proportions of three microbial agents on ammonia mitigation during the composting of layer manure. *Molecules*, vol. 24, no. 13, pp. 1-18. ISSN 14203049. DOI 10.3390/molecules24132513.

CAMACHO, Fabricio, et al. Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO). *Cuadernos de Investigación UNED*, 2018, vol. 10, no 2, p. 330-341. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v10i2.2163>

MARTINEZ, Andrea del Pilar Campo, et al. Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 2014, vol. 12, no 1, p. 79-87.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117842>

RUIZ Sánchez, Daniel. Estudio de viabilidad técnico para la creación de una planta de compostaje a partir de estiércol de una explotación de cebo de ganado porcino en Toro (Zamora). 2019.

Disponible en:

<http://193.147.134.18/bitstream/11000/5396/1/TFM%20Ruiz%20S%C3%A1nchez%2C%20Daniel.pdf>

CASTRO-Barquero, Leida, et al. Abono Orgánico, Microorganismos de Montaña (mm) y Fertibiol para el control biológico de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* wor.) en el cultivo de mostaza china (*Brassica rapa* sp. *pekinensis* var. Taranko F1). *Agronomía Costarricense*, 2020, vol. 44, no 2, p. 31-49.

Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242020000200031&script=sci_arttext

ICONTEC, 2011. *Norma Técnica Colombiana [NTC] 5167* [en línea]. 2011. S.l.: s.n.

Disponible en: www.icontec.org.

INN, 2015. *Norma chilena de calidad de compost 2880* [en línea]. 2015. S.l.: s.n.

Disponible en: <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de las variables.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña	<p>"Se define como la proporción de residuos sólidos orgánicos que se colocarán a la pila compostera.</p> <p>Los microorganismos de montaña (MM) existen en la superficie y las capas orgánicas de todos los suelos. Los ecosistemas naturales ininterrumpidos y su uso pueden mejorar las condiciones del suelo". MENDEZ, (2008).</p>	Se elaborará compostaje con estiércol que genera el camal municipal de Lamas, mediante el siguiente proceso, que consiste en crear las condiciones necesarias y adecuadas de luz, temperatura y humedad para que la materia orgánica sea descompuesta por los (MM).	Elaboración de compost con estiércol en la ciudad de Lamas.	Peso	Kg
Compostaje de estiércol del camal municipal	<p>"El compostaje es una tecnología de bajo costo que puede convertir desechos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables. Estos materiales como el estiércol, pueden usarse como enmiendas del suelo y/o fertilizantes y como sustratos para cultivos sin suelo, reduciendo su impacto ambiental y haciendo posible utilizar los recursos que contienen". TORTOSA, (2008).</p>	Se aprovechará el estiércol que genera impactos negativos en el camal.	Estiércol proveniente del camal municipal de la ciudad de Lamas.	Volumen (V)	Litro (L)

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Anexo 2. Cálculos de Población y muestra.

Cálculos de Población y muestra:

*) Cantidad de Residuos

$$w_e = 0.6 \times 65.7$$

$$w_e = 39.4 \text{ K}$$

$$w_R = 0.4 \times 65.7$$

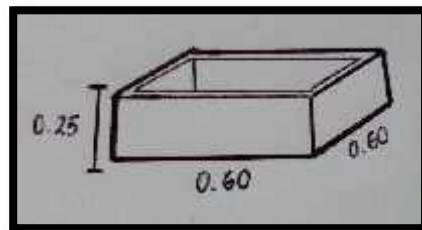
$$w_R = 26.2 \text{ K}$$

*) Peso de Residuos

$$P = \frac{m}{V}$$

$$m = 730 \frac{\text{K}}{\text{m}^3} \times 0.09 \text{ m}^3$$

$$m = 65.7 \text{ K}$$



$$P_{e \text{ ér}} = 1.02 (D \text{ ér. } e. \text{ ér.})$$

$$p_R = 0.3 (D \text{ d } R)$$

$$P_{\bar{x}} = \frac{1.0 \times 6 + 0.3 \times 4}{1}$$

$$P_{\bar{x}} = 0.73 \text{ g/cm}^3$$

$$= 730 \frac{\text{K}}{\text{m}^3}$$

Anexo 3: Planilla de control del proceso para recolección de datos (Compost).

PARÁMETROS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Temperatura								
Rango	15°- 30°			20°- 35°	25°-30°			Temperatura Ambiente
Humedad								
Rango	Variable, dependiendo de la humedad de entrada, entre 30%- 60%							
pH								
Rango	4-6			8-9	7-8			6-8


Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Anexo 4: Valores de referencia de los parámetros del compost producido con relación a la Normativa Chilena y Colombiana.

Parámetro	Norma chilena 2880	Norma colombiana 5167
pH	5.0-7.5	>5
Humedad	>25%	20-35%
Materia orgánica	>25%	-
Nitrógeno	>0.8%	<1%
Fósforo	>0.1%	<1%
Potasio	-	<1%

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Anexo 5. Validación del instrumento – Planilla de control del proceso (Compost).


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Carmelino Almestor Villegas

Institución donde labora : Universidad Peruana Unión

Especialidad : Docente Temático

Instrumento de evaluación : Planilla de Control del proceso para recolección de datos (Compost)

Autor (s) del instrumento (s) : Gonzales Panduro, Christian Joseph Pinedo Torres, Sergio Armando

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)


CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9



CIP. 142801

Tarapoto 12 de diciembre de 2021

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Karla Luz Mendoza López
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo
 Especialidad : Estudio de Impacto Ambiental
 Instrumento de evaluación : Planilla de Control del proceso para recolección de datos (Compost)
 Autor (s) del instrumento (s) : Gonzales Panduro, Christian Joseph - Pinedo Torres, Sergio Amando

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.8

Tarapoto 12 de diciembre de 2021


 Karla Luz Mendoza López

DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122149



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Jorge Luis Peláez Rivera
Institución donde labora : Universidad Nacional De San Martín
Especialidad : Agricultura sostenible
Instrumento de evaluación : Planilla de Control del proceso para recolección de datos (Compost)
Autor (s) del instrumento (s) : Gonzales Panduro, Christian Joseph - Pinedo Torres, Sergio Armando

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña - Compostaje de estiércol del camal municipal.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Tarapoto 13 de diciembre de 2021

Anexo 6. Propuesta metodológica para obtener compost (Tratamiento óptimo 3)

Introducción

El compostaje es un proceso que permite obtener un compuesto más estable a partir de los residuos orgánicos, con aplicaciones agrícolas como mejorador de suelo. Asimismo, el estiércol de cerdo es una fuente de materia orgánica, macro y micronutrientes para la obtención de compost, el cual puede ser utilizado en jardinería y en horticultura.

Objetivo

Elaborar una propuesta metodológica para obtener compost, económica y ambientalmente sostenible.

Metodología

Para obtener el compost, se tendrá en cuenta los materiales y la descripción del proceso. Primero se calculó las dimensiones de las pilas composteras, luego se seleccionó y peso las materias primas.

Materias primas

Los materiales para la obtención del compost son:

- Estiércol de cerdo
- Cascarilla de arroz
- Aserrín
- Microorganismos de montaña

Asimismo, las cantidades de insumos para obtener 10 toneladas de compost se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. *Cantidad de materiales para obtener 10 toneladas de compost*

N°	Materiales	Unidad	Cantidad	Porcentaje
1	Estiércol de cerdo	Tn	12.78	60
2	Cascarilla de arroz	Tn	4.26	20
3	Aserrín	Tn	4.26	20
Total			21.3	100

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Rendimiento

La eficiencia para la obtención del compost

$$\epsilon = \frac{W_f}{W_o} * 100$$

W_f : Peso final (kg)

W_o : Peso inicial (kg)

$$\epsilon = \frac{2.52}{5.4} * 100$$

$$\epsilon = 47\%$$

Se obtuvo un rendimiento del 47%

Aplicación del compost

El compost obtenido puede ser utilizado en plantas ornamentales, cítricos, hortalizas y cultivos varios. Asimismo, la aplicación en hortalizas es 50 g por planta y para frutales de 100 g por planta.

Composición del compost

La composición del compost es: Nitrógeno (1.25%), fósforo (0.78%), potasio (0.96%), Zinc (101 mg/kg) y Boro (12 mg/kg).

Formato de presentación

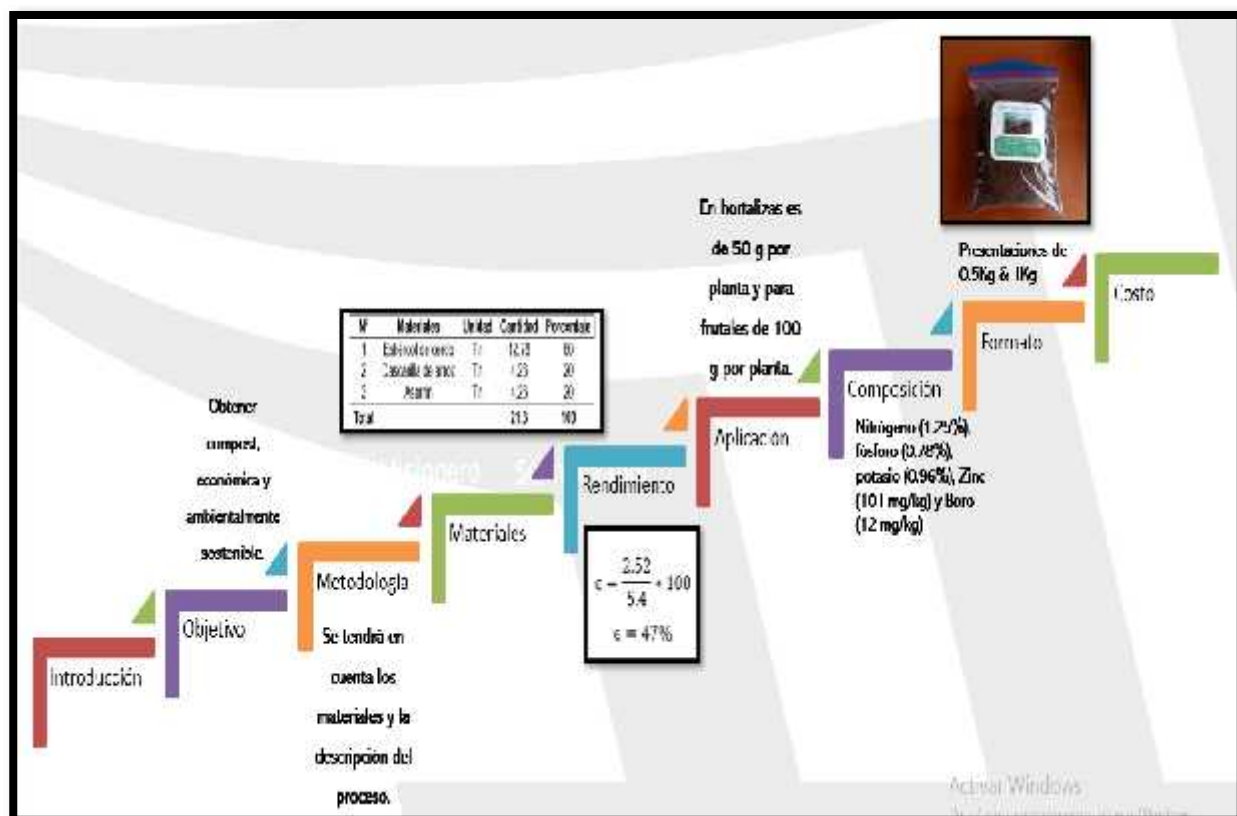
Las presentaciones del producto serán: 0.5 kg y 1.0 kg



Costo para obtener el compost

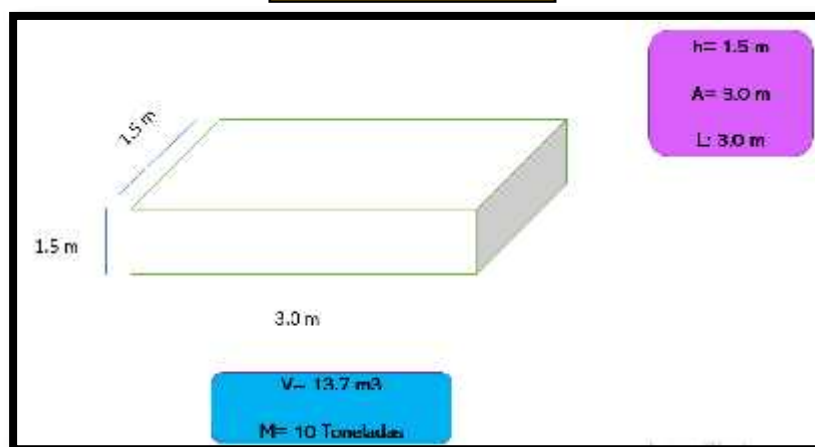
El costo para obtener 10 toneladas de compost es s/ 8398.00, por tanto, el costo de 1 kg sería de s/ 0.84.

Cronología



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Dimensiones



Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Tabla 16. Costo de elaboración del compost para obtener 10 toneladas de compost

ítem	Actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario (s/)	Total
I	Materiales				
	Estiércol de cerdo	Tn	12.78	50.00	639.00
	Cascarilla de arroz	Tn	4.26	300.00	1278.00
	Aserrín	Tn	4.26	50.00	213.00
	Microorganismos de montaña	Litro	100.00	30.00	3000.00
	Agua	m3	20.00	2.40	48.00
	Melaza	Litro	100.00	3.00	300.00
	Baldes de 50 L	Unidad	10.00	50.00	500.00
	Balanza	Unidad	1.00	300.00	300.00
	Costales de polietileno	Unidad	200.00	1.00	200.00
II	Jornales				
	Recolección de residuos (jornal)	Jornal	2.00	60.00	120.00
	Transporte de residuos (jornal)	Jornal	2.00	60.00	120.00
	Control de parámetros (jornal)	Jornal	6.00	60.00	360.00
	Pesaje y empacado (jornal)	Jornal	1.00	60.00	60.00
III	Herramientas				
	Pala	Unidad	2.00	30.00	60.00
	Carretilla	Unidad	1.00	400.00	400.00
	Balanza	Unidad	1.00	300.00	300.00
IV	Compostera				
	Construcción de compostera	Unidad	1.00	500.00	500.00
Costo total de 10 toneladas de compost					8398.00
Costo de 1kg de compost					0.84

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Anexo 7. Informe de ensayo del laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
 Jr. Amorarca Cdra. 3
 Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA
 Morales - San Martín
 Telf. : 985800927
cverde@unsm.edu.pe

INFORME DE ENSAYO COMPOST -LSA- FCA-UNSM-T

Tesis	: SERGIO ARMANDO PINEDO TORRES
Producto	: Tratamientos Compost (T1, T2, T3, T4)
Cantidad de muestra	: 1000 g Aprox. por muestra
Presentación	: Bolsa Plástica Rotulada
Metodologías	: Absorción Atómica, Kjendhal, UV visible
Procedencia	: Tarapoto
Fecha de ingreso	: 22/11/2021
Fecha de reporte	: 30/11/2021

Parámetros	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
pH	8.04	8.43	8.26	8.03
Conductividad Eléctrica (mS/cm)	3.11	2.4	2.5	2.85
Nitrógeno N %	0.86	0.92	1.25	1.12
Fósforo P %	0.63	0.53	0.78	0.68
Potasio K %	0.63	0.75	0.96	0.86
Zn ppm (mg/kg)	78.69	83.63	101.23	96.36
B ppm (mg/kg)	8.69	9.63	12.25	11.36
Mn ppm (mg/kg)	136.2	141.52	152.25	142.36
Cu ppm (mg/kg)	51.23	49.63	63.3	56.36
Fe ppm (mg/kg)	221.23	203.36	232.36	215.36


 Ing. Carlos Verón Córdova
 Ing. Agrónomo en Suelos y Agua
 FCA-UNSM-T
 Tarapoto - Tarapoto, Perú

Fuente: Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021.

Anexo 8. Panel fotográfico del proceso de ejecución del Proyecto.



Preparación del terreno



Instalación de las pilas composteras



Recolección del estiércol en el camal





Acondicionamiento de insumos y aplicación de microorganismos a las pilas composteras



Realización de volteos para airear la mezcla



Control de los parámetros de campo



Tamizado del compost elaborado



Preparación y pesado de muestras para enviar al laboratorio



Pesado del tratamiento óptimo (T3) para la propuesta a brindar



Formato de presentación del tratamiento 3