

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Eficacia de los Microorganismos Eficientes en la producción de
abono orgánico, en la Urbanización Santa Lucía, distrito de
Morales, San Martín**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Brecia Ariana Bósleman Villacorta
Milton Ronald Collantes Paz

Asesor:

Ing. Juana Elizabeth Vásquez Vásquez

Tarapoto, julio del 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo Ing. Juana Elizabeth Vásquez Vásquez, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficacia de los Microorganismos Eficientes en la producción de abono orgánico, en la urbanización Santa Lucía, distrito de Morales, San Martín”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Brecia Ariana Bósleman Villacorta y Milton Ronald Collantes Paz, para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 27 días del mes de julio del año 2022



Juana Elizabeth Vásquez Vásquez

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a...19.... día(s) del mes de..... juliodel año 2022.. siendo las....09:30..horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): **Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo**, el (la) secretario(a): **Mtra. Jessica Quipas Pezo**y los demás miembros: **Mtro. Jhon Patrick Rios Bartra**

.....y el (la) asesor(a) **Ing. Juana Elizabeth Vasquez Vasquez**con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:..... **Eficacia de los Microorganismos eficientes en la producción de abono orgánico en la Urbanización Santa Lucía, distrito de Morales, San Martín.**

.....del(los) bachiller(es): a) **Milton Ronald Collantes Paz** b.) **Brecia Ariana Bosleman Villacorta** c.).....

.....conducente a la obtención del título profesional de: **Ingeniero Ambiental**
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): **Milton Ronald Collantes Paz**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy Bueno

Bachiller -(b): **Brecia Ariana Bosleman Villacorta**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy Bueno

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.



Presidente/a	Secretario/a	
Asesor/a	Miembro	Miembro
Bachiller (a)	Bachiller (b)	Bachiller (c)

1. RESUMEN

Bósleman Villacorta, B. A.; Collantes Paz, M. R. & Vásquez Vásquez, J. E. 2022

El principal objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de los Microorganismos Eficientes (EM) durante el proceso de obtención de Bioabono de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Tarapoto, San Martín; con el fin de producir un abono orgánico de buena calidad en el menor tiempo y costo posible. Para ello, se seleccionó un diseño cuasiexperimental, cuya variable independiente es la dosis de microorganismos eficientes con cuatro tratamientos (0, 250, 500 y 1000 ml de EM en 14L de agua) con tres repeticiones. Las variables dependientes son: Relación C/N, materia orgánica, temperatura, ph y humedad. Los parámetros temperatura, pH y humedad, se monitorearon cada dos días, durante un período de 45 días. Se pudo evidenciar que durante el monitoreo de las variables (pH, temperatura y humedad), la temperatura fue estable, no tuvo cambios en ninguno de los tratamientos, a diferencia del pH y la temperatura, estos parámetros varían de acuerdo a la dosificación de Microorganismos Eficientes; el T1 y el T3 cumplen con cuatro parámetros establecidos en la normativa NCH2880 y FAO para compost, siendo los más eficientes de acuerdo a su composición.

Palabras claves: Bioabono, Microorganismos Eficientes, residuos sólidos orgánicos, inóculo.

ABSTRACT

Bósleman Villacorta, B. A.; Collantes Paz, M. R. & Vásquez Vásquez, J. E. 2022

The main objective of this research was to evaluate the effectiveness of Efficient Microorganisms (EM) during the process of obtaining biofertilizer from organic solid waste in the district of Tarapoto, San Martín, in order to produce good quality organic fertilizer in the shortest time and at the lowest possible cost. For this purpose, a quasi-experimental design was selected, whose independent variable is the dose of efficient microorganisms with four treatments (0, 250, 500 and 1000 ml of EM in 14L of water) with three replications. The dependent variables are: C/N ratio, organic matter, temperature, pH and humidity. The parameters temperature, pH and humidity were monitored every two days for a period of 45 days. It could be seen that during the monitoring of the variables (pH, temperature and humidity), the temperature was stable and did not change in any of the treatments, unlike pH and humidity, these parameters vary according to the dosage of efficient microorganisms; T1 and T3 comply with four parameters established in the NCH2880 and FAO regulations for compost, being the most efficient according to their composition.

Key words: Bio-fertilizer, Efficient Microorganisms, organic solid waste.

2. TEXTO

Introducción

El incremento de residuos sólidos se considera una problemática a nivel mundial, ocasionando impactos ambientales negativos, y que cada vez va en aumento, asociada al incremento poblacional, a los procesos industriales, a las actividades antropogénicas, y sobre todo por los malos hábitos de consumo de la población. A su vez, el incremento en la producción de bienes y servicios, general el inadecuado manejo de sus residuos, el cual se refleja en el no aprovechamiento del material como materia prima (Castillo et al., 2020).

En Perú, se genera al día, un promedio de 21 mil toneladas de residuos municipales (Castillo et al., 2020), producidas por los 30 millones de habitantes. Siendo semejante a 0.8 kilogramos de generación de residuos por persona al día. De ese total, más de la mitad son desechos orgánicos (Cáceres et al. 2017).

En Tarapoto, el crecimiento demográfico ha causado progresivamente una serie de problemas ambientales derivados de las diversas actividades del hombre, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el 2017 alcanzó una cifra de 180,073 pobladores. Por ello, en el sector comercial, se generan gran cantidad de residuos, especialmente los orgánicos, los cuales, si no tienen un adecuado almacenamiento o disposición final, propiciará enfermedades, afectando a la salud pública y ambiental, generando la alteración del efecto invernadero por la presencia de gases contaminantes, tales como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y derivados (Vargas et al., 2018).

Los residuos sólidos que se generan en la región San Martín, se han convertido en una considerable problemática ambiental; según OEFA (2020) indica que existen 70 botaderos ilegales en la región San Martín. OEFA también identificó 1585 botaderos informales a nivel nacional. Además, el Ministerio del Ambiente registró 64 rellenos sanitarios y de seguridad (Cáceres, 2017).

En ese sentido, el abono de residuos orgánicos, mediante microorganismos eficientes es una alternativa viable tanto ambiental como económica (Soriano et al., 2016). Sobre todo, porque maneja esta tecnología para la descomposición de la materia orgánica que son generalmente desechados. En efecto, los resultados de esta investigación, permite obtener una dosis óptima de microorganismos eficientes (EM) que degraden mucho más rápido a los constituyentes de los residuos orgánicos. Estos resultados serán útiles para la

población y la municipalidad distrital de Morales, la solución de problemas de contaminación generada por residuos orgánicos que actualmente aquejan, del mismo modo permitirá integrar este inóculo a sus cultivos y con ello mejorar la calidad del suelo (De la Cruz et al., 2018).

Hurtado et al. (2019). En su investigación “Respuesta de dos Cultivares de Frijol de común a la adaptación foliar de microorganismos eficientes”, art. Científico, tesis de doctorado, Ministerio de Educación Superior-Cuba del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Concluye que, al aplicar microorganismos eficientes, estimula dos parámetros (productivos y morfológicos) también el promedio de vainas, el número de hojas, la masa seca, la masa de 100 granos, los granos por vainas y el rendimiento en cultivares, que han sido evaluados y controlados sin aplicación. Sin embargo, quien presentó mayores respuestas a la aplicación del EM fue el Cultivar Cueto, y en relación al Velazco largo y en ambos cultivares, la concentración de 100mg L⁻¹, han logrado mejores resultados, por el aumento de producción en 1,15t ha⁻¹ en la variedad Cuba Cueto y 1,13t ha⁻¹ en cultivar Velazco Largo, relacionado al control sin adaptación.

Céspedes et al. (2018). En su investigación “Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO)”, art. Científico, Cuadernos de Investigación UNED de la Universidad de Georgia- Costa Rica y California Davis. Concluye que efectivamente los Lodos Digeridos de Biodigestor y Microorganismos de Montaña presentan constituyentes apropiadas como agentes optimizadores del abono sin afectar otros parámetros de calidad, que incluye la Relación C/N, la CE y el pH. No perjudica la estabilidad, inocuidad del compost final y la estabilidad.

Borrero et al. (2016). En su investigación “Estudio comparativo del uso de dos sustratos con inóculos microbiales para el tratamiento de residuos orgánicos sólidos en compostaje doméstico”, art Científico, Análisis Económico, Tecnología en Marcha del Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica de Costa Rica. El resultado resalta que a través del sustrato Takakura se obtiene un compost de calidad, en comparación al compost con sustrato de Microorganismos de Montaña. En cuanto al análisis de costo, el taka es más costoso, siendo el sustrato MM un 7% menos costoso, estos son tratamientos de bajo costo, en comparación con el actual manejo de residuos en rellenos sanitarios.

Castillo et al. (2020). En su investigación “Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019.”, Informe, Tesis de Título profesional de Ingeniero Ambiental, Repositorio Institucional Continental de la Universidad Continental. Los resultados determinan que los parámetros utilizados, encontrándose dentro de los estándares de compost de calidad, que indica la Normativa Técnica Chilena, la FAO IIAP-Iquitos y EPA-Australia. Los metales Zinc y Cadmio exceden los estándares de calidad, debido a sus contenidos superiores a 1 ppm. Al aplicar los Microorganismos eficientes en el proceso, incrementa el contenido de humedad, calcio, cobre, conductividad eléctrica, relación CN, zinc, cromo y cadmio en ambos compost.

Vargas et al. (2018). En su investigación “Caracterización Nutricional de abonos orgánicos compostados con residuos agropecuarios.” Informe, Tesis de Título Profesional de Ingeniero Zootecnista, Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Concluyendo que, ambos abonos contienen

grandes concentraciones de minerales, pero el abono compostados con pollaza presenta mejor relación en cuanto a C: N, menor proporción de tamaño de partícula grande y por ende mejor rendimiento productivo.

Soriano et al. (2016) En su investigación “Tiempo y Calidad del Compost con Aplicación de tres dosis de Microorganismos Eficaces”. Informe, Tesis de Título profesional de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Se concluye que todos los tratamientos presentan una fase termófila normal, donde el nivel de temperatura se incrementó al aumentar la dosificación de “EM”, asegurando una eficiente higienización del compost, siendo el tratamiento 1 que presentó mayor temperatura durante el proceso. De acuerdo a la calidad, los tres tratamientos más el testigo, en cuanto a materia orgánica, nitrógeno y relación carbono/nitrógeno cumplen con la normativa chilena excepto en el contenido de metales pesados.

Moreto; Delgado et al. (2019) En su investigación “Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi”. Informe, Tesis de Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión. Se concluye que los parámetros temperatura, pH y humedad se mantuvieron en el rango óptimo en los tratamientos T2 y T3, sin embargo, en el tratamiento 2, se utilizó una menor concentración de EM (500 ml de EM activado por 10L de agua) que en el tratamiento 3. Así que el tratamiento 2 es el que se debe utilizar como abono orgánico.

De la Cruz et al. (2018) En su investigación “Determinación de Dosificación de los Microorganismos Eficaces para compost a partir de la cáscara de Teobroma

Cacao L. cacao Naranjos-Pardo Miguel-Rioja 2017.” Informe, Tesis de Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de San Martín. Se concluye que los resultados, sometidos a tablas de ANOVA, se obtuvo significancia, lo que demuestra que la dosis de aplicación de microorganismos eficaces influye en el proceso de compostaje de residuos agrícolas. El tratamiento 3 (dosis de EM al 20%) de acuerdo a la prueba de comparación de Duncan, fue el más óptimo ya que presentó el mayor valor numérico en las variables evaluadas. Los tratamientos 2 y 1, demostraron superioridad numérica y estadística frente al testigo (T0).

Valdez et al. (2019) En su investigación “Efecto de microorganismos eficaces en el rendimiento del camote (*Ipomea Batatas L.*) variedad amarilla en Condiciones Agroecológicas de Uchiza, San Martín-2018”. Art Científico, Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo, UNHEVAL-Institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Se concluye que existió efecto significativo de la dosis media a razón de 1L de EM/30 Litros de agua al obtener longitud de raíces de 14,97 cm en raíces comerciales 5,70 en peso de tuberosas comerciales 12,50 kg y no comerciales y de la dosis alta a razón de 1L de EM/20 Litros de agua al obtener en longitud de raíces 16,88 cm de diámetro 20,25 cm, raíces tuberosas no comerciales; respecto al testigo tamaño y peso de raíces por planta, área neta experimental y estimación a hectárea 46 444, 4 kilos.

Vásquez & Alvan (2020). En su investigación “Producción de Compost a base de Residuos orgánicos domiciliarios de Bello Horizonte con la Incorporación de Microorganismos Eficientes, Banda de Shilcayo, 2020. Informe, tesis de título profesional de ingeniero ambiental. Repositorio Universidad Cesar Vallejo.

Concluyeron que la fórmula 03 de EM compuesta por: 2L de melaza, 2L de leche, 3 puños de tierra y 300gr de levadura, cumple con los parámetros establecidos con la Norma Chilena, porque muestra un pH de 7 (neutro), también un alto porcentaje en Materia orgánica (11,0558 %), así también el nitrógeno con 101,6 mg/kg MS y los metales pesados todos dentro de lo establecido.

En la construcción de las pilas de compostaje: Soriano et al. (2016), el tamaño de la pila, en especial la altura, afecta directamente al contenido de humedad, de oxígeno y temperatura.

Se acondicionará la pila de compostaje con medidas de:

Forma: Rectangular.

Altura: 40 cm.

Ancho: 100 cm.

Longitud: 100 cm.

Volumen de los residuos orgánicos: 0.4 m^3 .

Tratamientos para las pilas de compostaje, nos muestra las características de los tratamientos como el tipo de mezcla (RSO y Estiércol Vacuno) y la dosis de EM en (mL/10L) de agua. (Ver Tabla 1)

Recolección de Residuos sólidos orgánicos: En primer lugar, se empadronará 30 viviendas de la urbanización Santa Lucía, que serán repartidas en 12 pilas, por lo tanto, hacen un total de 300 kg y la muestra de 0.4 m^3 que participarán del programa “segregación en la fuente”, luego se les hizo entrega de un balde de 20 litros. Durante un mes, se recolectó los residuos de cada una de las

viviendas. Para el transporte, se dispondrá de una moto furgón, que trasladará los residuos sólidos orgánicos hasta el área de compostaje (Yeci & Valdéz, 2019).

Activación de Microorganismos Eficientes: El uso de la tecnología de Microorganismos Eficaces (EM) en el proceso de compostaje, donde acelera la transformación del material orgánico, controla la generación de malos olores y lixiviados, además mejora la calidad microbiológica y nutricional del material final (compost) (Valdez et al., 2019).

Los microorganismos en el EM-Compost están concentrados, debido a que estuvieron en estado de latencia, por lo cual, se tiene que activar antes de utilizarlo. Se hará uso de una jarra milimétrica de 1 litro para medir los insumos de mezcla (Valdez et al., 2019).

En un balde de 20 litros, se procedió a la mezcla de un 1 litro de melaza de caña de azúcar que representa el (5%) con 1 litro de microorganismos eficientes que representa el (5%) en 18 litros de agua sin cloro que representa el (90%). Luego, se procedió a cubrir herméticamente el recipiente, que favoreció la fermentación por un período de 7 días bajo sombra, transcurrido ese periodo se liberó el gas formado. Después se observa la superficie del preparado, la cual presenta una “nata” y un olor agridulce, lo que indica que el EM ya está activado (Valdez et al., 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales:

Para el desarrollo de la investigación se empleó los siguientes instrumentos para la medición de cada variable:

GPS: Instrumento que nos determinará las coordenadas geográficas del área de estudio.

Balanza: Instrumento que permitirá obtener el peso de los residuos sólidos orgánicos en kilogramos.

PH-meter: Instrumento que nos permitirá medir el acides del compost.

- Termómetro: Instrumento que nos permitirá medir el diámetro y la altura de cada contenedor para obtener la densidad de los residuos (Camacho, Lidieth, Quint & Maureen, 2018).

3.2. Métodos

La investigación es de tipo aplicada, porque mediante la aplicación de teorías y a la vez mejora situaciones de la vida cotidiana busca adquirir nuevos conocimientos.

3.2.1. Diseño Metodológico

Para el desarrollo de la investigación se seleccionó un diseño experimental puro (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), debido a que se manipulará la variable independiente: Dosis de EM. Las variables dependientes son: Relación C/N, materia orgánica, temperatura, pH, humedad (Ver Fig. 1).

3.2.2. Diseño Muestral

La población urbana del distrito de, Morales es de 72, 658 habitantes (Censo INEI 2017).

A continuación, se muestra y aplica la fórmula que será empleada para establecer la muestra en estudio.

Fórmula:

Cuantitativa

$$n = \frac{z^2 s^2 N}{e^2(N - 1) + z^2 s^2}$$

Dónde:

n es el tamaño de la muestra

Z es el nivel de confianza 95% = 1.96

s es la probabilidad de éxito 50% = 0.5

e es el nivel de error 5% = 0.05

N es el tamaño de la población= 72, 658 habitantes

Aplicando Fórmula:

n= 398 \implies Muestra de la población a encuestar.

Microrganismos eficientes a utilizar para la producción de abono orgánico

Cantidad: 300 kg de abono orgánico.

2.2.3. Técnica de Recolección de Datos

En la presente investigación se utilizará la técnica de observación, ya que durante 40 días se realizará el registro de las mediciones de cada variable dependiente.

Para la recolección de datos, se utilizará las técnicas documental y observacional. La documental, consiste en obtener los datos a partir de registros (Dextre & Pretel, 2010).

Normativa chilena de calidad de compost (Ver Tabla 2).

En la normativa NCh2880, establece la clasificación y los requisitos de calidad del compost producto de residuos orgánicos y a fines orgánicos, que se genera por la actividad antropogénica, entre ellos, agroindustriales, agrícolas, animales pesqueros, de mercados, de la manutención de parques y jardines y de residuos domiciliarios verdes (Normativa chilena de compost, 2009).

4. RESULTADOS

4.1. Monitorear las variables de Temperatura, pH y Humedad en la producción de abono orgánico.

En la tabla 3 y figura 2 se presenta los resultados del monitoreo de las variables (Temperatura, pH y humedad) en los tratamientos de microorganismos eficientes aplicados en la producción de abono orgánico.

- En esta tabla podemos apreciar que la temperatura es estable, ya que se mantiene en 29 °C en la producción de abono orgánico en los tres tratamientos.
- El pH a medida que la concentración de microorganismos eficientes aumenta, el pH disminuye su alcalinidad; en el caso del T1 presenta 9.82, para el T2 presenta de 9.57 y para el T3 presenta 9.45.
- En cuanto a la humedad presenta variaciones pronunciadas durante la producción de abono orgánico, el T1 presenta 67.6 % de humedad, el T2 presenta 36.13 % de humedad y el T3 presenta 62.4% de humedad.

4.2. Evaluar la calidad del abono orgánico a partir de tres dosis de 250, 500 y 1000 ml de Microorganismos Eficientes.

En la tabla 4 y figura 3 se puede observar los resultados de los parámetros analizados para determinar la calidad de abono orgánico en los tres

tratamientos de Microorganismos Eficientes aplicados en la producción de abono orgánico:

- El T1 (250 ml de ME) obtuvo los siguientes resultados: en macronutrientes el N con 1.72 %, el P con 0.47 % y el K con 2.46 %, la Relación C/N con 12.35 %, la materia orgánica con 36.53 %, T° con 29 °C, pH con 9.82 y la humedad con 67.6 %.

- El T2 (500 ml de ME) obtuvo los siguientes resultados: en macronutrientes el N con 1.27 %, el P con 0.22 % y el K con 2.46 %, la Relación C/N con 7.82 %, la materia orgánica con 17.07%, T° con 29 °C, pH con 9.57 y la humedad con 36.13 %.

- El T3 (1000 ml de ME) obtuvo los siguientes resultados: en macronutrientes el N con 1.62 %, el P con 0.22 % y el K con 3.12 %; la Relación C/N con 12.82 %, la materia orgánica con 35.69%, la T° con 29 °C, el pH con 9.45 y la humedad con 62.4 %.

4.3. Analizar la eficiencia de los Microorganismos eficientes según las dosificaciones, teniendo en cuenta la normativa chilena de calidad de compost.

En la tabla 5 se presenta los resultados de los tratamientos en comparación con la normativa chilena NCH2880 para determinar la eficiencia de los tratamientos.

- En cuanto al T1, la concentración de N presenta el 1.72 %, la relación de C/N representa 12.35 %, la Materia Orgánica presenta el 36.53 %, estos parámetros están dentro de los requisitos establecidos para compost de la normativa NCH2880; también presenta un pH es de 9.82 (alcalino) y la humedad con 67.6 %, estos parámetros no están dentro de los requisitos para compost de la

normativa NCH2880; la concentración de P presenta el 0.47 % el cual está dentro de los requisitos establecidos para compost de la FAO y la concentración de K presenta un 4.72 % el cual no está dentro de los requisitos de la normativa de la FAO.

- En cuanto al T2, la concentración de N presenta el 1.27 % y la humedad con 36.13 %, estos parámetros están dentro de los requisitos establecidos para compost de la normativa NCH2880; el pH representa 9.57 (alcalino), la relación de C/N presenta 7.82 % y la Materia Orgánica presenta el 17.07 %, estos parámetros no cumplen los requisitos para compost de la normativa NCH2880; la concentración de P presenta el 0.22 % el cual está dentro de los requisitos establecidos para compost de la FAO y la concentración de K presenta un 2.46 % el cual no está dentro de los requisitos de la normativa de la FAO.

- En el T3, la concentración de N presenta el 1.62 %, la relación de C/N representa 12.82 % y la Materia Orgánica presenta el 35.69 %, estos parámetros están dentro de los requisitos establecidos para compost de la normativa NCH2880; el pH presenta 9.45 (alcalino) y la humedad con 62.4 % estos parámetros no cumplen los requisitos para compost establecidos la normativa NCH2880, la concentración de P presenta el 0.22 % el cual está dentro de los requisitos establecidos para compost de la FAO y la concentración de K presenta un 3.12 % el cual no está dentro de los requisitos de la normativa de la FAO.

5. DISCUSIÓN

- En la presente investigación se tuvo como primer objetivo monitorear las variables de Temperatura, pH y Humedad en la producción de abono orgánico teniendo como resultado una temperatura estable de 29 °C en los tres tratamientos, en el pH a medida que la concentración de microorganismos

eficientes aumenta el pH disminuye su alcalinidad y en cuanto a la humedad presenta variaciones pronunciadas durante la producción de abono orgánico, en comparación con la investigación de Soriano et al. (2016) en donde la temperatura se incrementa al aumentar la dosificación de “EM”, lo cual menciona asegura una eficiente higienización del compost, siendo el tratamiento 1 de su investigación que presentó mayor temperatura durante el proceso.

- El segundo objetivo fue evaluar la calidad del abono orgánico a partir de tres dosis de 250, 500 y 1000 ml de Microorganismos Eficientes, los cuales provocaron una transformación de los parámetros (N, P, K, pH, la relación C/N, MO, Cd, carbono, humedad) en comparación a sus valores iniciales T0, similar resultado muestra Castillo et al. (2020) al aplicar EM en el proceso de compostaje lo cual incrementa el contenido de humedad, conductividad eléctrica, calcio, cobre, zinc, relación C/N, cadmio y cromo en el compost que obtuvo en su investigación, respecto al compost sin EM.

- El tercer objetivo fue analizar la eficiencia de los Microorganismos eficientes según las dosificaciones, teniendo en cuenta la normativa chilena de calidad de compost; como menciona Vásquez & Alvan (2020) en los resultados obtenidos de su investigación lo cual muestra que la fórmula 03 de EM compuesta por: 2L de melaza, 2L de leche, 3 puños de tierra y 300 gr de levadura, cumple con los parámetros establecidos con la Norma Chilena, porque muestra un pH de 7 (neutro), también un alto porcentaje en Materia orgánica (11.0558 %), así también el nitrógeno con 101.6 mg/kg MS y los metales pesados todos dentro de lo establecido, de la misma manera en esta investigación realizada se obtuvo resultados positivos ya que el T1 y el T3 cumplen con cuatro parámetros

establecidos en la normativa NCH2880 y FAO para compost, a diferencia del T2 cumple con tres parámetros establecidos por estas normativas; esto quiere decir que el T1 y T3 son más eficientes de acuerdo a su composición.

6. CONCLUSIONES

- Se puede evidenciar que durante el monitoreo de las variables (pH, temperatura y humedad); la temperatura es estable, ya que se mantiene en 29 °C en todos los tratamientos (T1, T2 y T3) ;a diferencia del pH y la humedad, el pH en el T1 presenta 9.82, en el T2 presenta de 9.57 y en el T3 presenta 9.45; asimismo, la humedad el T1 presenta 67.6 %, el T2 presenta 36.13 % y el T3 presenta 62.4%; estos dos últimos parámetros varían de acuerdo a la dosificación de Microorganismos Eficientes durante la producción de abono orgánico.

- Los tratamientos (250, 500 y 1000 ml de Microorganismos Eficientes) aplicados en la producción de abono orgánico provocaron una transformación de los parámetros (N, P, K, pH, la relación C/N, MO, Cd, carbono, humedad) en comparación a sus valores iniciales T0.

- De acuerdo al análisis y comparación realizada el T1 y el T3 cumplen con cuatro parámetros establecidos en la normativa NCH2880 y FAO para compost, a diferencia del T2 cumple con 3 parámetros establecidos por estas normativas; esto quiere decir que el T1 y T3 son más eficientes de acuerdo a su composición.

7. RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de Compost se recomienda el uso de la norma NCh2880 que establece la clasificación y los requisitos de calidad del compost producido a partir de residuos orgánicos y a fines orgánicos, generados por la actividad

antropogénica, entre ellos, agroindustriales, agrícolas, animales pesqueros, de mercados, de la manutención de parques y jardines y de residuos domiciliarios verdes.

- Sería recomendable que algunas instituciones ya sean públicas y privadas, implementen programas de gestión ambiental que incluyan la producción de abono orgánico, utilizando Microorganismo Eficientes como fueron utilizadas en la presente investigación.

- Se recomienda a investigadores aplicar la metodología utilizada en posteriores evaluaciones, considerando otros parámetros adicionales.

- Realizar una prueba piloto con los compuestos utilizados en la presente investigación, para demostrar la eficiencia de los tratamientos y/o dosificaciones, usando como indicador una planta.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme otorgado unos padres increíbles, que han creído en mí siempre, enseñándome a valorar las cosas buenas y malas de la vida, porque gracias a ellos, al sacrificio de brindarme enseñanza y superación, lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero siempre contar con su apoyo incondicional.

Agradezco también a mi asesora de tesis Juana Vásquez por habernos tenido mucha paciencia y brindando su capacidad y conocimiento científico, durante el desarrollo de la tesis.

Mi agradecimiento también va dirigido a personas externas que, con un granito de arena aportado, hicieron que esto también sea posible.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes, hemos logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio pudo parecer difícil e interminable, pero con las ganas de seguir adelante en nuestra carrera profesional.

8. BIBLIOGRAFIA

Cáceres et al. 2017. "Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana, revista peruana de medicina experimental y salud pública".

Camacho Céspedes, Fabricio, Lidieth Uribe Lorío, Quint Newcomer, Karen Masters, and Maureen Kinyua. 2018. "Bio-Optimización Del Compost Con Cultivos de Microorganismos de Montaña (MM) y Lodos Digeridos de Biodigestor (LDBIO)." UNED Research Journal 10(2):330–41.

Castillo et al. 2020. "Evaluación de La Calidad Del Compost Obtenido a Partir de Residuos Orgánicos y Microorganismos Eficaces (EM) En El Distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019."

Céspedes et al. (2018). "Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos diferidos de biodigestor (LDBIO)". Investigación UNED de la Universidad de Georgia- Costa Rica y California Davis.

De la Cruz et al. 2018. "Determinación de Dosificación de los Microorganismos Eficaces para compost a partir de la cáscara de Teobroma Cacao L. cacao Naranjos-Pardo Miguel-Rioja 2017, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto."

Dextre & Pretel et al. 2010. "Técnica de recolección de datos de una investigación."

Hernández, Fernández & Baptista et al. 2010. "Diseño experimental de la investigación."

Hurtado, Alexander Calero, Yanery Pérez Díaz, Dilier Olivera Viciado, Elieni Quintero Rodríguez, Kolima Peña Calzada, Luke Leroy Theodore Nedd, and

Janet Jiménez Hernández. 2019. "Effect of Different Application Forms of Efficient Microorganisms on the Agricultural Productive of Two Beans Cultivars." *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 72(3):1–9.

INEI. 2017. "Instituto Nacional de Estadística e Informática"

NCh2880. 2009. "Normativa chilena de Calidad de Compost".

Moreto; Delgado et al. (2019). "Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi". Informe, Tesis de Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión.

Paola Borrero-Gonzalez, Gina, Dagoberto Arias-Aguilar, Roel Campos-Rodriguez, and Fabian Pacheco-Rodriguez. 2016. "Comparative Study on the Use of Two Substrates with Microbial Inoculants for Organic Solid Waste Domestic Composting: Economic Analysis." *Tecnología En Marcha* 29(1):28–37.

Soriano et al. 2016. "Tiempo y Calidad del Compost con Aplicación de tres dosis de Microorganismos Eficaces, Universidad Nacional del Centro del Perú."

Vargas et al. 2018. "Caracterización nutricional de abonos orgánicos compostados con residuos agropecuarios, Universidad Nacional Agraria de La Selva."

Valdez et al. (2019). "Efecto de microorganismos eficaces en el rendimiento del camote (*Ipomea Batatas L.*) variedad amarilla en Condiciones Agroecológicas de Uchiza, San Martín-2018".

Vásquez & Alvan (2020). "Producción de Compost a base de Residuos orgánicos domiciliarios de Bello Horizonte con la Incorporación de Microorganismos Eficientes, Banda de Shilcayo, 2020.

Yeci, and Valdez Pimentel. 2019. Efecto de los microorganismos eficaces en el amarillo en condiciones agroecológicas de Uchiza,.” 1-62.

5. TABLAS

Tabla 1. Características de los tratamientos

Código	Mezcla	Dosis de EM (mL/10L)de agua
T0	RSO y Estiércol Vacuno	0
T1	RSO y Estiércol Vacuno	250
T2	RSO y Estiércol Vacuno	500
T3	RSO y Estiércol Vacuno	1000

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 2. Parámetros de calidad para compost

Parámetros	Organización de las Normas Técnicas Naciones Unidas para Chilena 2880* la Agricultura y la Alimentación (FAO)	
pH	6.5-8.6	5.0-8.5

Materia Orgánica (%9) >20 >=20

Humedad (%) 30-40 30-45

Nitrógeno total 0.3-1.5 >= 0.5

Carbono

Fósforo 0.1-1.0 -

Potasio 0.3 -1.0 -

Fuente: Normativa chilena de calidad de compost.

Tabla 3. Monitoreo de variables (Temperatura, pH y humedad)

Muestra	PH	Temperatura	Humedad
		°C	%
T3	9.45	29	62.4
T2	9.57	29	36.13
T1	9.82	29	67.6
T0	9.44	29	50.89

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 4. Calidad del abono orgánico por tratamiento (250, 500 y 1000 ml de Microorganismos Eficientes)

Muestra	PH	N	P	Potasio	Cd	Temperatura	Carbón	Relación C/N	M.O	Humedad
T3	9.45	1.62	0.22	3.12	2.25	29	20.75	12.82	35.69	62.4
T2	9.57	1.27	0.22	2.46	2.63	29	9.92	7.82	17.07	36.13
T1	9.82	1.72	0.47	4.72	2.47	29	21.24	12.35	36.53	67.6
T0	9.44	1.32	0.24	2.38	2.11	29	15.34	11.65	26.38	50.89

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 5. Comparación de los resultados con la normativa NCH2880 - FAO

Muestra	PH	N	P	Potasio	Relación C/N	M.O	Humedad
T3	9.45	1.62	0.22	3.12	12.82	35.69	62.4
T2	9.57	1.27	0.22	2.46	7.82	17.07	36.13
T1	9.82	1.72	0.47	4.72	12.35	36.53	67.6
T0	9.44	1.32	0.24	2.38	11.65	26.38	50.89
NCH2880	5.0-8.5	>=0.5			10-25	>=20	30-45

Fuente: Elaboración propia, 2022

9. FIGURAS

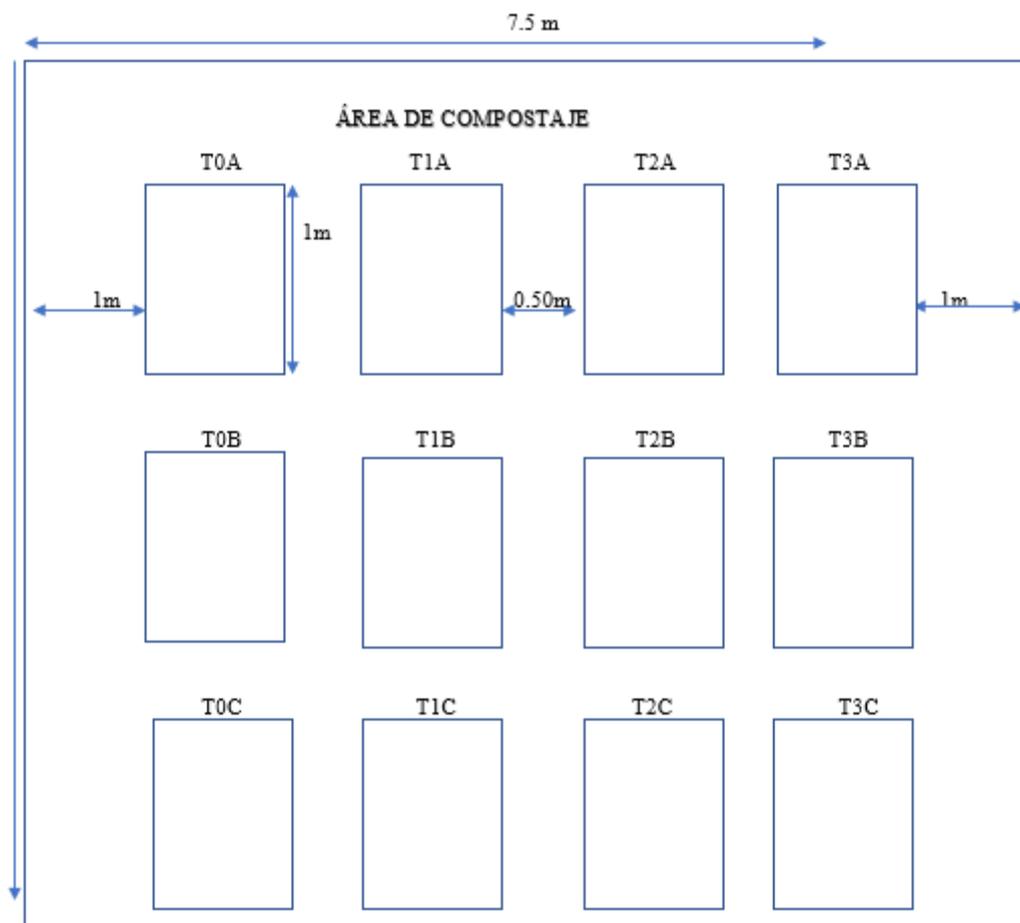


Figura 1. Ubicación de las Pilas de Compostaje.

Fuente: Adaptado de Soriano (2016).

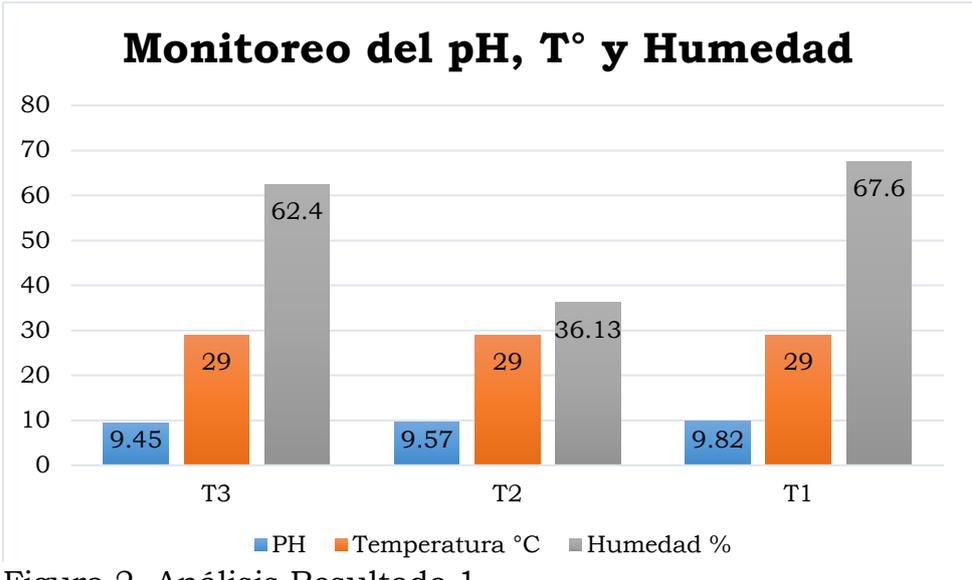


Figura 2. Análisis Resultado 1

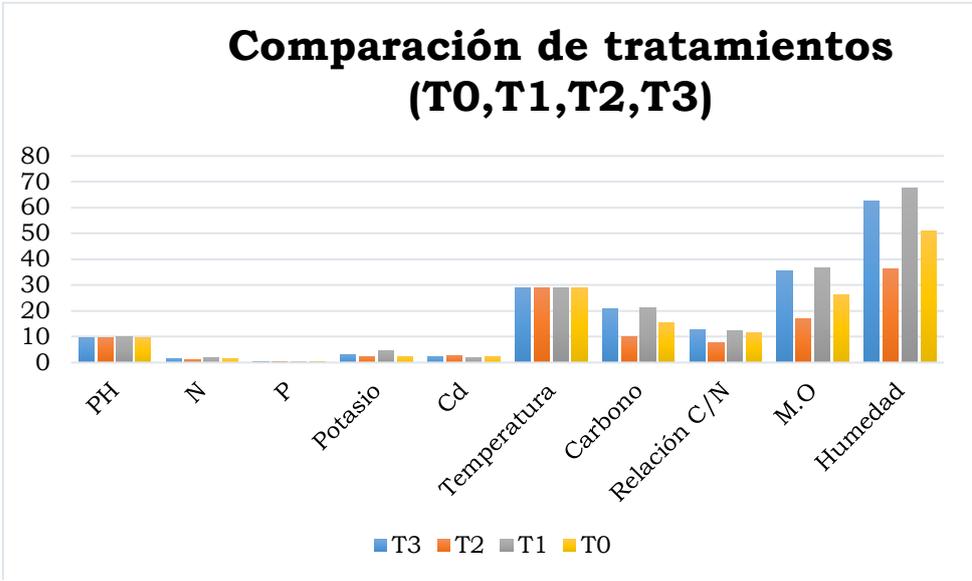


Figura 3. Análisis Resultado 2

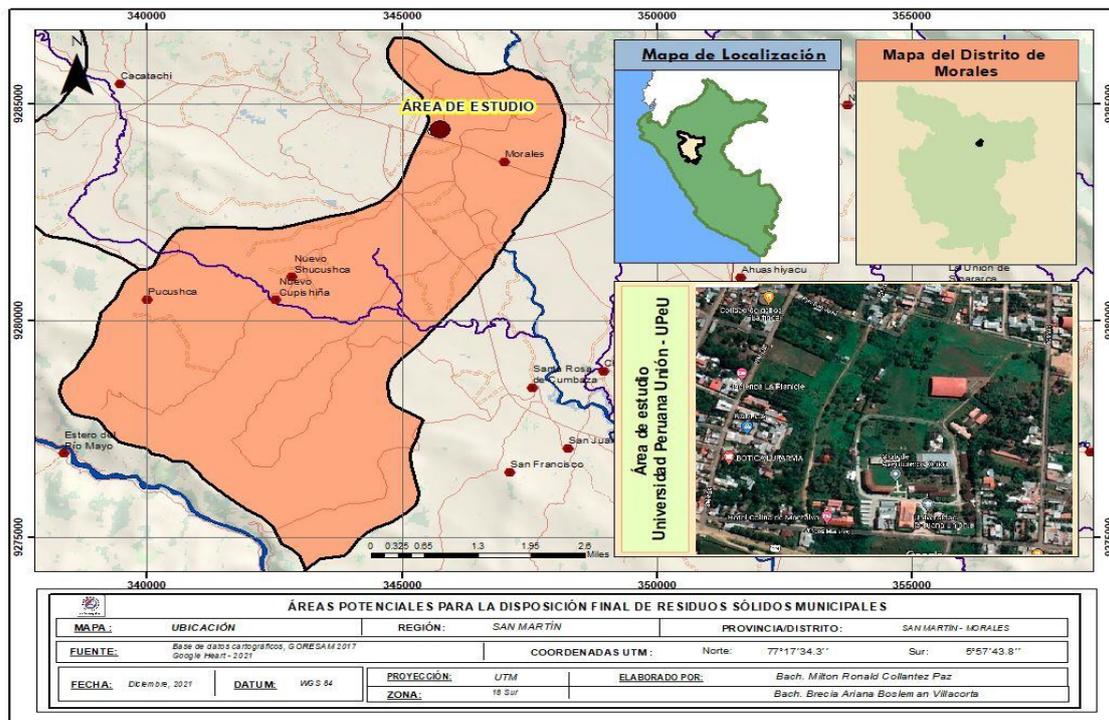


Figura 4. Áreas potenciales para disposición final de Residuos Sólidos Municipales.

Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 5. Mapa de Ubicación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 6. Pila blanco





Figura 8. Pila de 500 ml

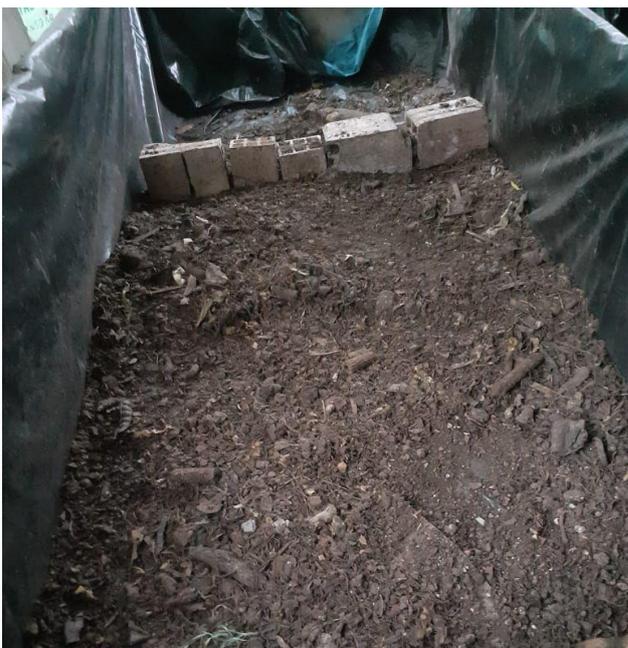




Figura 10. Pilas en general



Figura 11. Toma de muestra



Figura 12. Muestras a analizar