



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Efecto biodegradador de los microorganismos eficaces (*EM-COMPOST*) en el cabello humano durante el proceso de compostaje

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

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Irigoin Soplapuco, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-0096-3566)

**ASESOR:**

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y gestión de residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo a mi madre, por el inmenso aprecio y cariño que le tengo, por todos los buenos consejos que me propició y por todo el apoyo incondicional que me brindó.

A mis hermanos por el cariño mutuo y amor incondicional que me demuestran día a día. A toda la familia por compartir junto a ellos alegrías y tristezas en particular a nuestros abuelos.

***Marco Antonio***

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi madre, por el inmenso aprecio y cariño que me dio, por todos los buenos consejos que me propició y por todo el apoyo incondicional que me brindó.

Al asesor que brindó su tiempo y consejo, como las pautas para poder presentar este trabajo, que nos va ayudar de gran manera para la vida profesional y laboral.

***Marco Antonio***

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	27
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	27
3.2. Variables y operacionalización.....	28
3.3. Población, muestra y muestreo.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos.....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos .....	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES .....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS .....	69

## Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> <i>Parámetro de temperatura</i> .....	19
<b>Tabla 02.</b> <i>Rango de humedad ideal.</i> .....	20
<b>Tabla 03.</b> <i>Rango de relación C-N.</i> .....	21
<b>Tabla 04.</b> <i>Rango de aireación ideal</i> .....	22
<b>Tabla 05.</b> <i>Rango de pH ideal</i> .....	24
<b>Tabla 06.</b> <i>Dosis de EM-COMPOST activado.</i> .....	31
<b>Tabla 07.</b> <i>Relación C/N.</i> .....	32
<b>Tabla 08.</b> <i>Configuración de los tratamientos.</i> .....	32
<b>Tabla 09.</b> <i>Croquis de las unidades experimentales</i> .....	36
<b>Tabla 10.</b> <i>Arreglo tabular</i> .....	36
<b>Tabla 11.</b> <i>Esquema de ANAVA.</i> .....	37
<b>Tabla 12.</b> <i>Valores del tiempo del compostaje</i> .....	39
<b>Tabla 13.</b> <i>ANAVA del tiempo del compostaje</i> .....	39
<b>Tabla 14.</b> <i>Valores del rendimiento del compostaje</i> .....	41
<b>Tabla 15.</b> <i>ANAVA del rendimiento del compostaje</i> .....	41
<b>Tabla 16.</b> <i>Prueba de Dunnett 0.05 para el rendimiento del compostaje</i> .....	42
<b>Tabla 17.</b> <i>Valores de la degradación del cabello</i> .....	43
<b>Tabla 18.</b> <i>ANAVA de la degradación del cabello</i> .....	43
<b>Tabla 19.</b> <i>Valores del pH del compostaje</i> .....	44
<b>Tabla 20.</b> <i>ANAVA del pH del compostaje</i> .....	44

<b>Tabla 21.</b> <i>Valores de % humedad del compostaje</i> .....	46
<b>Tabla 22.</b> <i>ANAVA de % humedad del Compostaje</i> .....	46
<b>Tabla 23.</b> <i>Valores de conductividad eléctrica del compostaje</i> .....	47
<b>Tabla 24.</b> <i>ANAVA de conductividad eléctrica del Compostaje</i> .....	47
<b>Tabla 25.</b> <i>Valores de la materia orgánica del compostaje</i> .....	48
<b>Tabla 26.</b> <i>ANAVA de % MO del compostaje</i> .....	48
<b>Tabla 27.</b> <i>Prueba de Dunnett 0.05 de % MO del compostaje</i> .....	48
<b>Tabla 28.</b> <i>Valores de % nitrógeno del compostaje</i> .....	49
<b>Tabla 29.</b> <i>ANAVA de % nitrógeno del compostaje</i> .....	49
<b>Tabla 30.</b> <i>Prueba de Dunnett 0.05 de % nitrógeno del compostaje</i> .....	50
<b>Tabla 31.</b> <i>Valores de % fósforo del compostaje</i> .....	51
<b>Tabla 32.</b> <i>ANAVA de % fósforo del compostaje</i> .....	51
<b>Tabla 33.</b> <i>Valores de % potasio del compostaje</i> .....	52
<b>Tabla 34.</b> <i>ANAVA de % potasio del compostaje</i> .....	52
<b>Tabla 35.</b> <i>Valores de la relación C/N del compostaje</i> .....	53
<b>Tabla 36.</b> <i>ANAVA de la relación C/N del compostaje</i> .....	53
<b>Tabla 37.</b> <i>Resumen de las medias y calidad del compostaje</i> .....	54

## Índice de figuras.

<i>Figura 01.</i> Partes del cabello: Médula, córtex y cutícula. ....	10
<i>Figura 02.</i> Composición química del cabello. ....	11
<i>Figura 03.</i> Diferentes estructuras de aminoácidos hidrolizados del cabello humano. ....	12
<i>Figura 04.</i> Tipos de volteo .....	25
<i>Figura 04.</i> Materiales contenedores .....	26
<i>Figura 05.</i> Diseño de dos grupos después .....	28
<i>Figura 05.</i> Ubicación del lugar experimental. ....	30
<i>Figura 06.</i> Distribución unidades experimentales. ....	30
<i>Figura 07.</i> Formador de la pila y contenedor. ....	33
<i>Figura 08.</i> Técnica del cuarteto. ....	35
<i>Figura 09.</i> Curva de la temperatura del compostaje. ....	40
<i>Figura 10.</i> Curva de pH del compostaje. ....	45

## Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo Determinar efecto biodegradador microorganismos eficaces (EM-COMPOST) en el cabello humano durante el proceso de compostaje que fue realizado en el distrito de Tumán. La investigación es del tipo aplicada, enfoque cuantitativo, de diseño experimental, prospectivo y longitudinal. La muestra estuvo conformada por 1 kg. de cabello, 3.1 Kg. de cascarilla de arroz y 14.9 kg. de estiércol de cuy para cada tratamiento y se agregó dosis de microorganismos de 38, 76 y 380 mL.; el compost fue enviado al laboratorio para sus análisis físicos - químicos. Como resultados se obtuvo una media de pH de 7.77, CE de 22.36 mS/cm, C/N de 11.43/1, % H de 54.46%, K de 1.43%, P de 1.87% y degradación del cabello 23.75%, el análisis de varianza y prueba comparativa señaló mejor N de 1.92%, % MO de 38.30%, y la temperatura máxima registrada de 47 °C. Se concluyó que el efecto biodegradador de microorganismos eficiente durante el proceso de compostaje del cabello no influye en la duración del tiempo, pero si en % N, % MO y rendimiento, pero no superior al tratamiento testigo.

**Palabras clave:** Cabello humano, microorganismos eficaces, compostaje.



## Abstract

The objective of this research was to determine the effective microorganisms biodegrading effect (EM-COMPOST) in human hair during the composting process that was carried out in the district of Tután. The research is of the applied type, quantitative approach, of experimental, prospective and longitudinal design. The sample consisted of 1 kg of hair, 3.1 kg of rice husk and 14.9 kg. guinea pig manure for each treatment and doses of microorganisms of 38, 76 and 380 mL were added; the compost was sent to the laboratory for physical-chemical analysis. As results, an average of pH of 7.77, EC of 22.36 mS/cm, C/N of 11.43/1, % H of 54.46%, K of 1.43%, P of 1.87% and hair degradation 23.75% was obtained, the analysis of variance and comparative test indicated better N of 1.92%, % MO of 38.30%, and the maximum temperature recorded of 47 °C. It was concluded that the biodegrading effect of efficient microorganisms during the hair composting process doesn't influence the length of time, but if in % N, % MO and yield, but not higher than the control treatment.

**Keywords:** Human hair, effective microorganisms, composting.

## I. INTRODUCCIÓN

El aumento demográfico ha ocasionado una incertidumbre en el apropiado manejo de los residuos sólidos por las autoridades municipales. Según los indicadores de gestión municipales 2020, de 1,844 municipalidades en el Perú que ejecutan la recolección de residuos, sólo 18.3% de ellas designa sus residuos como disposición final a rellenos sanitarios, el 84% lo depositan en un botadero, el 31.2% generan acciones de reciclaje y el 10.1% es quema o incinera (INEI, 2020, p. 127).

En el informe Lambayeque: estadísticas ambientales, el departamento de Lambayeque, en el 2019 la generación de residuos sólidos municipales fue 326 mil toneladas al año, donde la provincia de Chiclayo con 268,987 t/año, Ferreñafe 16,930 t/año y Lambayeque 40,768 t/año (MINAM, 2020, p. 6). El informe estadístico del 2021, indica que se generó 326 mil t/año de residuos sólidos en el 2020, donde la provincia de Chiclayo tuvo 271,936 t/año con una generación de 0.91 Kg/hab./día (MINAM, 2022, p. 8). En la jornada diez de recolección accionada por el gobierno regional Lambayeque se logró acopiar cerca de 210 m<sup>3</sup> de residuos que ocupaban las vías públicas y espacios verdes (El Comercio, 2021, párr. 2). Muchos de los residuos pueden utilizarse como material para producir nuevos productos.

Uno de los residuos no explotados son los de cabello humano que son generados por negocios como son los salones de belleza. El cabello humano es una fuente de nitrógeno, está compuesto con un 14.8%, también abarca un 46.3% de carbono, 6.7% de hidrógeno, 3% de azufre y otros elementos, debido a su alto contenido de nitrógeno se encuentra formado por proteínas (Benjawanan y Chaikongdee, 2019, p. 499). Los residuos de cabello humano pueden utilizarse de manera inocua para elaborar abono con el fin de nutrir a diferentes cultivos; sin embargo, el cabello al ser un material con contenido de queratina, proteína que dificulta su degradación de forma natural y permite que dure más tiempo como residuo (Karak et al., 2017, p. 578).

Una persona normalmente sana tiene aproximado de 80 mil a 120 mil pelos en su cuero cabelludo, donde un pelo de 6 pulgadas (15.24 cm.) de largo puede tener un estimado de 2.15 a 3.69 miligramos (Yetman, 2021, párr. 8). El crecimiento del

cabello es de aproximadamente 6 pulgadas por año según la academia estadounidense de dermatología (Yuen, 2019, párr. 2). Tomando los siguientes datos se puede decir que una persona sana podría producir en promedio 233.6 a 350.4 gramos por año. El Perú al tener una población con crecimiento demográfico, esto expondría grandes cantidades de residuos que se disponen en el ambiente. Por este motivo es necesario buscar soluciones de manera adecuada y segura para tratar con estos residuos con tolerancia a la degradación.

Se han desarrollado pocas investigaciones sobre cómo tratar el cabello humano, pero ha habido un progreso en el tratamiento de pelo provenientes de residuos de curtiembres con la ayuda de microorganismos eficaces (EM). Los EM son grupo de microorganismos naturales y pueden ser anaerobio o aerobio que viven en armonía junto con otros microorganismos, podemos encontrar las levaduras, las bacterias (ácido-lácticas, fotosintéticas, fijadoras de N, etc.), actinomiceto y hongos (Tanya Morocho y Leiva-Mora, 2019, p. 94). Los EM poseen propiedades específicas de regeneración, estructuración y antioxidación, por lo que se le puede atribuir efectos asombrosos y a causa de ellos poder ser utilizados en varios campos de investigación para el desarrollo agrícola, control de enfermedad, mejoramiento del suelo, agua contaminadas, residuos, entre otros (Cremeneac y Boclaci, 2018, p. 135).

En la materia orgánica los EM tienden a secretar sustancias que pueden modificar su composición, como son las vitaminas, ácidos orgánicos, quelatos y los antioxidantes que ayudan en la acción degradadora (Cuevas Ordoñez, 2017, p. 182). El utilizar EM en el tratamiento de residuos orgánicos para biotransformación en compost, puede aumentar la concentración de N total y disminuir el contenido de amoníaco, material orgánico y aumentar la calidad del abono generado (Cremeneac y Boclaci, 2018, p. 135). Por lo que sería ideal utilizar EM para la descomposición de cabello humano al ser materia orgánica y poseer altos contenido de nitrógeno podría garantizar un buen compost.

Por ello este trabajo se justifica en el ámbito ambiental a través de la utilización de residuos de cabello humano con la finalidad de reducir el volumen dispuesto en el ambiente a través de una técnica garantizada como es el compostaje. El emplear

residuos valiosos no utilizados en el proceso compostaje, no solo genera abono, sino que se basa en una opción y gestión ecológica de los residuos (Karak et al., 2017, p. 578).

En el ámbito económico, se genera un valor agregado tangible de los residuos para generación de fertilizantes y devolver riqueza al suelo. El utilizar esta tecnología el manejo de residuos orgánicos, tiene un bajo costo de implementación, proceso sencillo y proporciona un valor agregado al producto cuyas propiedades contribuyen al mejoramiento de suelos (Soto-Paz et al., 2017, p. 335).

En el ámbito social se justifica por dar una posible solución a un residuo natural producido por el ser humano, promoviendo su reciclaje; también porque incrementa la calidad de vida humana y contribuye a un ambiente saludable.

Por lo dicho anteriormente se formuló el siguiente problema: ¿Cuál será el efecto biodegradador de los microorganismos eficaces (EM-COMPOST) en el cabello humano durante el proceso de compostaje?

Asimismo, se planteó el siguiente objetivo general: Determinar efecto biodegradador microorganismos eficaces (EM-COMPOST) en el cabello humano durante el proceso de compostaje; con objetivos específicos: Determinar el mejor el tiempo y concentración de EM-COMPOST durante el compostaje de cabello humano, Determinar el rendimiento de biodegradación del compostaje del cabello Humano empleando EM-COMPOST, Analizar los parámetros físicos y químicos durante todo el proceso del compostaje con cabello humanos utilizando EM-COMPOST.

Para dar una posible respuesta para la investigación se planteó la siguiente hipótesis: Los microorganismos eficaces (EM-COMPOST) aceleran el tiempo de degradación del cabello humano durante el proceso del compostaje.

## II. MARCO TEÓRICO

Hashem et al (2021, p. 1), desarrollaron un trabajo experimental y aplicativo en la Curtidora La Ribera en Bangladesh. La muestra fue lodo decantado in Situ de aguas residuales del encalado y se preparó en tres pilas composteras 650, 690 y 630 kg de peso en combinación de aserrín, estiércol (vaca y pollo). Su objetivo fue que el lodo de encalado preparado in situ a partir de las aguas residuales del encalado por quema de pelo sea utilizado para el procesamiento de compost. se obtuvo un resultados de temperatura de la pila 1, 2 y 3 de 59.7, 64.4 y 63.4 °C, que asegure eliminación de microorganismos patógenos y de metales pesados: Zn, Cu, Cr, Ni, Cd y Pb las cantidades más altas fueron 152.64, 21.20, 21.02, 6.93, 5.78 y 3.30 mg/kg, Se concluyó que los de encalado de las curtiembres se pueden convertir en un productor con valor sin previo tratamiento y cero desperdicio.

Benjawanan y Chaikongdee (2019, p. 498), desarrollaron un artículo experimental sobre residuos de 10 peluquerías en la provincia de Nakhon Pathom en Tailandia. Su muestra fue de residuos de cabellos recolectados. Su objetivo fue utilizar los residuos de pelo como material de compost y su uso óptimo para la plantación. Se obtuvo como resultado que el compostaje preparado en combinación de desechos de pelo, lechuga de agua dulce, estiércol de cerdo y hojas secas en proporción de 1: 8: 1: 2 por peso durante 30 días, que contenía 89 - 90% de materia orgánica; 3.3 - 3.5% de N y 3.3 -3.6% de P. Su resultado en aplicación óptima en el suelo fue de 1:3 o 25% de peso sobre peso para la *Amaranthus hybridus L.*, y promovió el desarrollo de altura, ancho y longitud de la hoja. Se concluyó que el compostaje tiene potencial en el uso agrícola para nutrir plantas o mejorar el suelo.

Jácome (2015, p. 128), desarrolló un trabajo experimental y al azar en la universidad politécnica estatal del Carchi de Ecuador. Se tuvo una muestra de cabello de 2 y 5 kg. y 2 fracciones de microorganismos que se adicione en compostación, en 9 tratamientos y 3 repeticiones durante 16 semanas en pilas de 50 kg. Su objetivo fue aprovechar los residuos de cabello humano de salones de belleza, para la obtención de compost además se inocularon microorganismos para acelerar este proceso. Se obtuvo como resultado el tratamiento 2 conformada con 2% de microorganismos, 10% de cabello, 24% de estiércol de cuy y 64% de poda

tuvo mejor contenido de macronutrientes de N (0.12%), P (0.028%), K (0.6%), Ca (0.56%), S (0.085%), Mg (0.059%), B (6.01 ppm), Cu (4.11 ppm), Fe (127.13ppm), Mn (56 ppm), Zn (22.29 ppm). Asimismo, un pH de 6,27, CE de 12,91 mS/cm, lo cual indica una concentración salina del compost y un rendimiento de 65%.

Marín, Artola y Sánchez (2018, p. 1), desarrollaron un artículo experimental y aplicado sobre una planta de bebidas de soja e industria curtiduría en España. Su muestra fue residuos de fibra de soja (SF) y pelo de vaca con lodo (HS) en una mezcla de ambos con de viruta de madera 1:1 (V/V). Su objetivo fue proporcionar imagen completa del proceso posterior de 2 procesos SSF para la producción de proteasa a escala piloto. Obtuvo como rendimiento de extracción promedio de SF y HS fue  $91\pm 6\%$  y  $121\pm 6\%$  y actividad una recuperación promedio de  $95\% \pm 6$  y  $94\pm 4\%$  de SF y HS después de la liofilización y redisolución. Se concluyó que ambos compostajes y digestión anaerobios son técnicas de valorización de residuos.

Puente et al. (2020, p. 1), desarrollaron un trabajo experimental sobre los residuos de curtiduría Cueros EL ALCE en la provincia de Chimborazo, Ecuador. creó una pila de compostaje con pelos residuales y residuos de poda distribuido en 3:1 (p/p) y posteriormente se agregó un inóculo. Su objetivo fue compostar los residuos previamente sulfurados, en una combinación de restos de poda como agentes de carga. La degradación duró 141 días, continuado con 64 días para la maduración, la mayor temperatura alcanzada fue de 69.7 °C lo que garantizo la desinfección y CE fue 0.27dS/cm debido a la remoción de sales por riego. Además, la disminución de materia orgánica fue del 42%. Según el índice de germinación (43.6%) hubo una degradación parcial de las sustancias fitotóxicas detectadas (10.7%). Para mejorar la degradación de estas sustancias se debe conseguir nuevas combinaciones y microorganismos eficientes.

Castro y Daza (2016, p. 43), desarrollaron un artículo de diseño experimental en el municipio de El Cerrito, Colombia. La muestra consistió en residuos de curtiembres (lodos y grasas) en mezcla estiércol de puerco y pasto con en 3 tratamientos con una repetición, se adiciono viruta de madera (T2) y microorganismos (T2). Ellos evaluaron el proceso de compostaje de residuos seleccionados con el uso de

enmiendas de curtiembre. Sus resultados mostraron una temperatura máxima de 67 °C asegurando la higienización, un pH superior a 7 que puede afectar la acción microbiana y presencia de sustancias fitotóxicas que afectarían a la calidad del producto. Se concluyó la viabilidad del producto como enmienda orgánica no húmica.

Numpaqué y Viteri (2016, p. 95), desarrollaron un artículo experimental en la IEEN Superior María Auxiliadora en Colombia. La muestra consistió en muestras de pelo de 20, 40 y 60% en 3 tratamientos con 3 repeticiones con adición de EM y Agroplux. Evaluaron la capacidad de los microorganismos (EM y Agroplux) para los residuos de pelo de curtiembres en compost, en copartícipe de microorganismos naturales. Según el resultado la elevación de temperatura fue durante el 3 ciclo del proceso, el T2 fue el mejor y el pH casi neutro y bajo de CE. Concluyo que EM y Agroplux pueden biotransformar el pelo y la compostación puede ser una opción viable para la industria de curtiembres.

Lambu et al (2020, p. 256), desarrollaron un trabajo experimental en Curtidera Unique Sharada en Nigeria, la muestra estuvo conformada por residuos de curtiembre, cascarilla de arroz y estiércol vacuno con proporción 1:3:1 en un proceso de compostaje. Obtuvo un resultado de pH de 7.62, CE de 10,11  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , C-N de 28.8:1, Cd de 12.5 mg/Kg, Cr de 57.2 mg/kg, Pb de 0.92 mg/kg, Zn de 13.6 mg/kg, Fe de 1011 mg/Kg, Cu de 60.5 mg/Kg. Hubo una disminución de bacterias totales de  $8.2 \times 10^8$  ufc/g a  $1.8 \times 10^6$  ucf/g, según el índice de germinación (80%) en frijol eliminación mayor contenido de sustancias fitotóxicas.

Galarza et al. (2021, p. 4919), desarrollaron un trabajo experimental en Argentina, la muestra consistió en pelo de animal vacuno estiércol y residuos de hojas en cuatro tratamientos durante 36 semanas donde se evaluaron parámetros físico-químicos; el producto obtenido se usó para cultivar. Su objetivo fue aplicar técnicas de compostaje para la valorización sustentable del residuo pelo vacuno junto con estiércol de conejo y restos de hojas. Se obtuvo como resultado mostraron un intervalo en pH de 6-8, de CE 4-15 mS/cm, MO de 69 -75%,  $\text{NH}_4^+$  superó 2000 ppm, C-N de 19,8/1 - 11,9/1 en la prueba de cultivo el T2 dio mayor superficie foliar

peso. Se concluye que fue posible degradar el pelo mediante microorganismo del estiércol y del suelo, pero se puede utilizar el producto por el alto contenido CE.

Guapulema (2018, p. xv), realizó un trabajo tipo exploratorio y descriptivo con diseño experimental en la planta de compostaje ESPOCH en Ecuador. La muestra estuvo conformada por 567 Kg de residuos, fueron llevados a compostación durante 141 días donde se realizaron 7 volteos para residuos de pelo y carnaza. El objetivo fue el diseño de un sistema de compostaje con residuos de curtiembres previamente desulfurados. Los resultados mostraron que durante la etapa termofílica la temperatura alcanzó 68 °C, la maduración fue 18 °C lo cual para dar un producto con N de 3.61%, K de 0.38, P de 0.32 y MO de 42.69%. El índice de germinación fue 44% lo que señala que hubo una reducción de sustancias fitotóxicas. Se concluyó que el compost cumple con la norma de España y que el diseño planteado es simple, económico y ecológico.

Malancu, Ștefanic y Ciontu (2019, p. 69-72), desarrollaron un trabajo descriptivo y experimental en la Universidad de Ciencias Agronómicas y Medicina Veterinaria en Rumania. La muestra estuvo conformada 1kg de lana el cual se mezcló con estiércol de vacuno y paja para realizar un proceso de compostaje. Ellos propusieron la transformación de los residuos de lana mediante compostaje y su uso directo como enmienda. Se obtuvo como resultado un promedio de C de 18.2%, MO de 35.6%, N de 1.314%. N-NO<sub>3</sub> de 177.6 mg/Kg, se concluyó la comprensión que los residuos de lana son un material valioso para los fertilizantes orgánicos de producción agrícola superior, no contaminante y sin desperdicios.

Torres (2017, p. viii), evaluó el compost de cabello humano utilizando microorganismos eficientes en el San Juan de Lurigancho en Lima usando un estudio experimental, aplicada y longitudinal; la investigación empezó con la recolección del insumo y la elaboración de compostaje el cual tuvo una duración 16 semanas, con una muestra de 6.7 kg en tres dosis (15%, 22% y 37%) y microorganismos eficientes (1, 2 y 3 Lt.) en 4 tratamientos y 3 repeticiones. Se observó como mejor resultado fue el tratamiento 1 en una mezcla 1 Lt., 15% de cabello, 75% residuos + 10% Aserrín; con macronutrientes de 0.22% o 2266 ppm de N, 0.056% o 559 ppm de K, 0.0047% o 47.27 ppm de P, 6.81% de materia



orgánica, CE de 1.24mS/cm. Y 92.81% de rendimiento. Concluyó que el cabello humano suministra nitrógeno y materia orgánica al compost donde solo se logró degradar el 60% de la dosis utilizada de cabello.

Rivera (2016, p. vii), aprovecharon los residuos de cabello de los salones de bellezas y peluquerías mediante el compostaje en Lima usando un estudio experimental tipo aplicativo. La muestra consistió en residuos de cabello 0, 8 y 16 kg en mezcla de rastrojo y estiércol, en un proceso de compostaje de 3 tratamientos (T0, T1 y T2) y 3 repeticiones durante 12 semanas. El Compost obtenido se aplicó en cultivo de albahaca en el Fundo Agroecológico HECOSAN durante 6 semanas midió crecimiento del cultivo y producción. Resultados fueron que T2 con pH (5.18), MO (65.6%), N (4.95%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1.16%), K<sub>2</sub>O (1.63%), CaO (2.21%), MgO (1.04%), Na (0.84%), H (58.14%) y Plomo (73.13 ppm) tuvo macro y micronutrientes, elementos secundarios en la albahaca para un crecimiento promedio de altura, N° de hojas y tamaño de hoja es 29 cm, 37, 12.6 cm y productividad promedio de 199.33 gr cosechado.

Cruz (2021, p. xii), evaluó la posibilidad de compostar residuos de pelos de bovinos procedentes del proceso de pelambre, mezclado con excretas humanas en el Distrito de Villa en Lima usando un estudio experimental. La muestra estuvo conformada por pelo vacuno y excretas humanas deshidratadas con aserrín en 3 tratamientos: XRA con 3%, XRB o con 5%; XR con 0% de pelo. Se evaluó 13 parámetros físico- químicos y monitoreo emisión de CO<sub>2</sub> según normas internacionales. Se obtuvo resultados que la temperatura final fue 40.5 °C (XRA), 36.8°C (XRB) y 35.7°C (XR); pH de 8, 7.6 y 6.8; C-N de 14.6:1, 17.6,1 y 15.5:1 estuvieron dentro de lo óptimo de las normas. En parámetros microbianos hubo disminución de reducción para *Escherichia Coli* y aumento de Coliformes según las normas, para parasito se evaluó negativo. Se concluyó que es posible compostar dichos residuos con propiedades óptimas. según la normativa internacional.

Florida y Reategui (2019, párr. 1-3), evaluaron el potencial de las plumas para emplearlas como material para aumentar la calidad del compost en distrito de Padre Felipe Luyando en Huánuco usando un estudio experimental, se realizó un proceso de compostaje con una muestra plumas y estiércol vacuno y inóculo de

microorganismos en 4 tratamientos con 4 repeticiones durante 75 días donde se analizaron parámetros físicos y químicos. Se obtuvo como resultado la minimización del pH e incremento de materia orgánica (MO) y Nitrógeno (N), donde el uso de 30% de plumas hizo que el N llegara al 4.8%; los otros elementos no mostraron cambio significativo ( $P < 0.05$ ). Se concluyó que las plumas es un material que al emplearlo puede incrementar la calidad del compost.

El cabello humano está presente en los mamíferos y por correspondencia el ser humano no es la excepción, el cabello presenta una forma compleja alargada, el cual está dividido en tres partes: cutícula, córtex y médula.

La cutícula se encuentra en la parte exterior de la fibra capilar, esta se encuentra formada por capas escamosas que se ordenan una tras otra por superposición formando una especie de barrera que protege al cabello del exterior; se ha observado que la cantidad de capas escamosa puede variar según la etnia de la persona dando en consideración de 6 a 8 en una cutícula sana. Además, la cutícula también se subdivide en 3 partes: la capa A, exocutícula capa B y endocutícula, de las cuales portan contenido de cistina, siendo el mayor contenido en las 2 primeras (Barreto et al., 2021, p. 266).

Estas capas de células muertas no solo dan protección a la fibra capilar, son responsable del brillo observado por el reflejo de luz, asimismo tiene la particularidad sobre su porosidad, ya permite la entrada y salida de agua, permitiendo de dejar entrar y salir el agua lo determina el grado de humedad en ella. La cutícula puede ser afectada por el exterior, el daño de la cutícula podría significar que la humedad penetre o se reduzca perdiendo sus propiedades. (Suárez Gonzaga, 2018, p. 4).

El Córtex está localizada en parte intermedia de la estructura de la fibra capilar entre la médula y la cutícula, la abarca el mayor volumen, esta parte es la responsable las propiedades de acción que tiene el cabello como elasticidad, fuerza y pigmentación (Suárez Gonzaga, 2018, p. 3). Gracias al córtex el cabello puede tener el color característico, el cual puede variar según la fisiología de la persona o rasgo étnico.

El córtex está constituido por filamentos alargados denominadas microfibras las cuales se dividen en filamentos intermedios de queratina y matriz que también contiene proteínas relacionadas a la queratina (Barreto et al., 2021, p. 266). Estos componentes queratinosos le dan al cabello la propiedad de poder deformarse sin perder sus capacidades de acción.

La médula es la parte central de la célula, es considerada la parte más pequeña del cabello, está constituida por células sin forma (amorfas) y filamentos finos; A pesar de su pequeño tamaño le al cabello posibilidad de acciones mecánicas (Abduljawad, 2019, p. 27).

La médula cumple la función del núcleo de la fibra capilar, es la encargada de poder llevar los nutrientes. gracias a su estructura celular esponjosa y semiblandas. Otra función importante que desempeña esta parte es que preserva la humedad. Aunque se ha demostrado que algunos cabellos de algunas personas no presentan esta parte, por lo que no altera las propiedad mecánica que tiene la fibra capilar, dicha razón se debe a la delgadez del cabello (Suárez Gonzaga, 2018, p. 3).

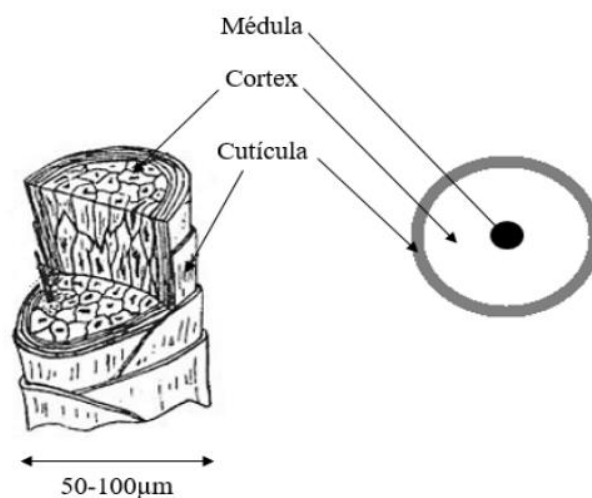


Figura 01. Partes del cabello: Médula, córtex y cutícula.

Fuente: Bhushan (Suárez Gonzaga, 2018, p. 26)

El cabello es un elemento orgánico que posee cualidades excepcionales dichas cualidades se deben a sus composición química o biológica la cuales le da una estructura resistente.

Según su composición química el cabello humano posee características excepcionales que la destacan como una fuente de nitrógeno, ya que está compuesto con un 14.8% de ella, también abarca otros elementos como un 46.3% de carbono, 6.7% de hidrógeno, 3% de azufre y otros elementos como el oxígeno, debido a su alto contenido de nitrógeno se encuentra formado por proteínas en la estructura de fibra capilar (Benjawanan y Chaikongdee, 2019, p. 499)

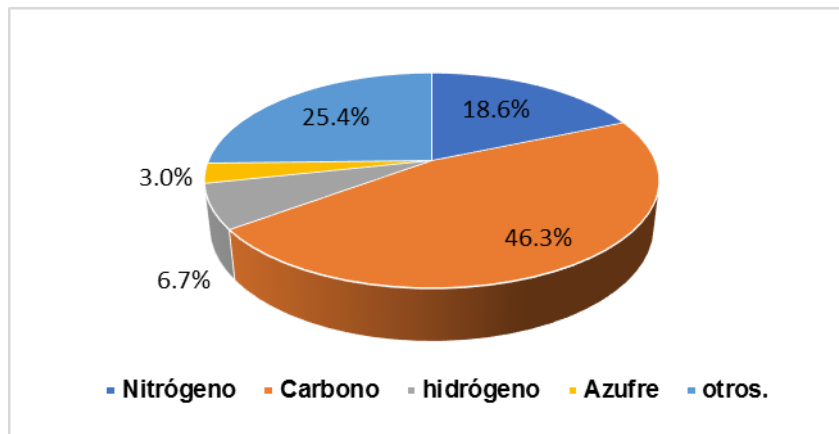


Figura 02. Composición química del cabello.

Fuente: elaboración propia

En sus características biológicas el cabello humano destaca por ser un tejido complejo de sistema cerrado integrado, y puede funcionar de manera independiente con relación a los elementos que la constituyen. Está formado por proteínas (60-95%) como la queratina y aminoácidos relacionadas a esta proteína. El cabello puede estar expuesto a cambios exteriores como por ejemplo tratamientos químicos de salones de belleza, que transforman la estructura de la proteína y aminoácidos, estos cambios generan elementos no libres como lípidos, agua, oligoelementos y otros (Abduljawad, 2019, p. 29-31).

Name	Formula	Abbreviations	Name	Formula	Abbreviations
Glycine		Gly G	Cysteine		Cys C
Alanine		Ala A	Methionine		Met M
Valine		Val V	Lysine		Lys K
Leucine		Leu L	Arginine		Arg R
Isoleucine		Ile I	Histidine		His H
Phenylalanine		Phe F	Tryptophan		Trp W
Proline		Pro P	Aspartic Acid		Asp D
Serine		Ser S	Glutamic Acid		Glu E
Threonine		Thr T	Asparagine		Asn N
Tyrosine		Tyr Y	Glutamine		Gln Q

Figura 03. Diferentes estructuras de aminoácidos hidrolizados del cabello humano.

Fuente: Reusch (Abduljawad, 2019, p. 31).

La queratina es la más abundante dentro de las proteínas naturales, se puede obtener de biomasa queratinosa como pelos, uñas, tejido epitelial y otros. Gracias a su liviano y distribución peso molecular hace que su procesamiento sea difícil (Guidotti et al., 2021, p. 1-2). La queratina es elemento primordial y fibroso del cabello, es responsable de las propiedades físicas de acción como la rigidez y la fuerza, gracias a esta proteína el cabello también es insoluble al agua; entre los

aminoácidos más importantes relacionadas que la forman se encuentra la cistina (Barreto et al., 2021, p. 266).

A pesar de ser una proteína, la queratina no es alimentaria, el contenido de azufre en sus fibras la caracteriza en blandas y duras, esta característica se debe en el contenido de cistina donde las duras poseen entre 10 al 14% cabello, pelos y piel y las blandas con un 2% epidermis y núcleo del cabello (Häring et al., 2016, p. 1).

Los Microorganismos eficientes (EM) son un grupo de microorganismos cuya procedencia es natural, en ambientes con contenido de oxígeno (aerobio) y sin él (anaerobio), se ha convertido en una tecnología selectiva con más 80 especies que la conforman, dicho grupos microbianos coexiste en armonía la cual pueden tener la capacidad de complementarse entre ellos. Estos grupos están conformados por bacterias como las ácido-lácticas, fotosintéticas, fijadoras de nitrógenos y otros; levaduras, actinomicetos y algunos hongos (Tanya y Leiva-Mora, 2019, p. 94).

La acción conferida por los microorganismos da lugar a propiedades específicas aparte de la degradadora u oxidante, como la regeneración y reestructuración y antioxidación que mantienen la salud procesos metabólicos en ambiente como por ejemplo la eliminación de olores fétidos; a base de estas cualidades asombrosas y que no son modificadas estos microorganismos se ha en diferentes campos de investigación de forma ilimitada, dichos campos pueden abarcar desde producción de animal o vegetal, agricultura, control de la materia orgánica, tratamientos de suelos, entre otros (Cremeneac y Boclaci, 2018, p. 135-136).

En la producción agrícola, los microorganismos eficientes pueden ser usados como biofertilizantes y biopesticidas por no ser tóxicos y contaminantes, como medio para desplazar a los productos químicos usados en la agricultura, su práctica abarca desde la preparación del terreno de siembra hasta la cosecha. Se ha demostrado que su uso puede aumentar la producción, impedir y reducir la aparición de enfermedades y plagas (Callisaya y Fernández, 2017, p. 3).

Por lo dicho anterior, los microorganismos eficientes son producto tecnológico natural que puede brindar propiedades que modifican la materia orgánica o derivados de ellos, de tal manera esta comunidad microbiana confiere efectos

positivos como de control, reducción o aumento para diferentes campos de aplicación con resultados aceptables y saludables como por ejemplo el mejoramiento de producción de alimentos cultivados, transformación de residuos orgánicos en abonos, biorremediación de contaminantes, etc.

Las bacterias ácido – lácticas están conformadas por cocos y bacilos de tipo Gram (+), anaerobio y aerotolerantes, poseen lento crecimiento y puede vivir que pueden vivir ambientes ácidos con tolerancia a pH 4 - 4.5, en ambientes básicos como 9.6, con temperatura óptima de 30°C. Tal como indica su nombre estas bacterias pueden transformar los carbohidratos en ácido láctico, su acción también está presente como medida de control de fitopatógenos en suelos de pH ácido (Tanya y Leiva-Mora 2019, p. 95). Gracias a estas propiedades estas bacterias se han utilizado en la industria de la producción de derivados de lateros y bebidas fermentadas.

Algunas del género *Lactobacillus sp* tienen capacidad de poder segregar sustancias que tiene propiedades antibióticas como H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> la cual eliminan patógenos, entre ellos tenemos *L. johnsonii*, *L. crispatus*, *L. gasseri*, entre otras. La especie de *Lactobacillus plantarum* genera biopelículas que inhiben el ciclo de crecimiento de patógenos. Los microorganismos ácido-lácticos se pueden ser aislados de medios ácidos (Lin et al., 2020, p. 1850).

Las bacterias fotosintéticas tienen cualidades facultativas autótrofas, es decir pueden fabricar su propio alimento. Estas bacterias utilizan la luz solar y la energía calorífica absorbida por el suelo para transformar los elementos segregados por las plantas, materia orgánica y el CO<sub>2</sub>, para la fabricación de azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos. Esta capacidad de fabricación se les atribuye a que puedan coexistir con organismos y microorganismos heterótrofos que toman el material generado como alimento para su propio desarrollo. La especie más conocida es la *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides* (Cuevas, 2017, p. 183)

La especie *R. palustris* es una bacteria púrpura no azufrada, tiene la capacidad de tener cuatro tipos comportamientos metabólicos para su existencia. Gracias a esta capacidad puede acompañar procesos de ciclos químicos como el carbono, Nitrógenos, Fósforos, y otros. Por lo cual es utilizada para tratamientos biológicos

en residuos orgánicos y efluentes. Esta bacteria fototrópica también es conocida como rizobacteria, fomenta el crecimiento de las plantas agrícolas, siendo reemplazo de materiales como la harina de pescado. Además, esta bacteria se puede producir proteínas de su biomasa, a razón de su fisiología celular que posee más de 60% de masa proteica (Tian et al., 2020, p. 386)

Las levaduras son partes EM, y fundamental ella produce sustancias antimicrobianas empleando azúcares y aminoácidos segregados por las bacterias fotosintéticas, y la utilizan como energía para sus funciones biológicas; Asimismo, también son capaces de sintetizar hormonas y enzimas que ayudan a la actividad biológica de las bacterias ácido – lácticas. A pesar de que son capaces de utilizar el amonio o sales que contengan nitrógeno, no son capaces de asimilar los nitratos y nitritos. Las levaduras más conocidas *Saccharomyces cerevisiae* que tiene la capacidad de utilizar cualquier azúcar para generar alcoholes (Tanya y Leiva-Mora 2019, p. 96)

Los actinomicetos son microorganismos que guardan un parecido con los hongos, formando colonias de hileras (micelio), posee la capacidad de poder sobrevivir en ambientes desfavorables; estas bacterias destacan por producir enzimas que pueden degradar compuestos orgánicos, insolubles como la celulosa o la quitina transformadoras en azúcar, gracias a esta capacidad son empleadas para tratamientos de materia orgánica y transformación de suelos. Algunas especies de actinomicetos pueden colonizar tejidos vegetales (endófitos) ayudando a las plantas a su crecimiento (Vurukonda, Giovanardi y Stefani, 2018, p. 1-4).

Otra función importante que se ha encontrado en estos microorganismos es su capacidad antagónica dominante contra bacterias y hongos principalmente patógenas del suelo, esta cualidad le ha otorgado denominación como agente de control biológico, se ha estudiado que pueden producir metabolitos que funcionan como antibióticos que generan deficiencia en el crecimiento de varios hongos, por lo cual es utilizada en la agricultura como biopesticida (Chaurasia et al., 2018, p. 1-2).

EM-Compost es un producto elaborado por microorganismos naturales por el Dr. Higa, T. de la universidad de Ryukus en japon. Según su ficha técnica, el EM-



compost es un producto inocuo y no contiene patógenos, y no es un producto sintético. Este grupo microbiano conformado posee las siguientes características: Promueve procesos de fermentación benéfica, acelera la descomposición de la materia orgánica, equilibra la flora microbiana, reduce la presencia de nematodos en los suelos.

Asimismo, su composición microbiana predominante está conformada por: Bacterias ácido lácticas  $1 \times 10^5$  UFC/ml., bacterias fotosintéticas  $1.2 \times 10^5$  UFC/ml. Levaduras  $1.1 \times 10^5$  UFC/ml., enzimas.

El compostaje es una técnica que ha sido utilizada por agricultores para el manejo de los residuos orgánicos animal, dicha técnica se ha utilizado en diferentes aplicaciones con diferentes residuos, ya que su implementación no es muy costosa, esta tecnología transforma la materia orgánica en abono para su utilización en la agricultura. El proceso destaca a los microorganismos los cuáles toman el sustrato orgánico y la degradan convirtiéndola en un fertilizante, de tal manera que es importante tener el control sobre la condición en la que actúan (Zhang et al., 2021, p. 2).

El proceso de compostaje ha sido de utilidad en la mayoría de países con la finalidad de poder devolver nutrientes al suelo, dichos nutrientes destacan principalmente el nitrógeno, potasio y fósforo, los cuales son como indicador de la calidad del compost obtenido. Dicha calidad puede variar según diferentes factores como la calidad del sustrato, el potencial de hidrógeno, temperatura, entre otros (Cao et al., 2020, p. 1-2).

Es importante aclarar, que pasar es la técnica más usada en la reducción de lixiviados y emisiones y ser una opción para valorización de los residuos orgánicos, a veces el producto no cumple con calidad de agro-fertilizante, varias investigaciones para mejorar la calidad del compost ha demostrado es necesario la selección del material orgánico, el sustrato de soporte de estructura y estimulación de microorganismos, los más usados son residuos verdes y el aserrín que proporciona carbono y nitrógeno de manera balanceada (Soto-Paz et al., 2017, p. 338).

Tomando lo planteado se puede definir que este proceso debe cumplir con requerimientos necesarios para que la actividad microbiana pueda efectuar una buena descomposición y consecuencia obtener un buen producto. Al ser una opción que puede reciclar la materia orgánica brinda al suelo elementos carentes que pueden ser asimilados fácilmente por las plantas y seguro con el medio ambiente.

En el proceso de compostaje se puede destacar cuatro etapas: *Etapa Mesofílica 1*, en esta etapa es importante la calidad de la calidad del sustrato, la acción microbiana utilizando carbono y nitrógeno para dar lugar a la degradación del material orgánico, como pueden ser azúcares, celulosa, polímeros orgánicos, etc. Algunos de estos compuestos pueden hacer que los microorganismos produzcan ácidos orgánicos y por consecuencia puede haber caída del pH entre 4 a 4.5. La acción microbiana genera una elevación de temperatura que puede llegar a 45 °C el cual es indicador del final de etapa mesofílica. Esta etapa puede tener un tiempo de latencia de 48 horas a 8 días (Román, Martínez y Pantoja, 2013, p. 23).

Etapa termófila o Etapa de Higienización, esta etapa es primordial, la temperatura se eleva a más 45 °C, lo que ocasiona que microorganismos mesófilos cese su accionar y sean desplazados por los microorganismos termófilos o termotolerantes, a causa de esto se facilita la degradación de materiales más complejos e insolubles como por ejemplo la celulosa y algunas proteínas como la lignina. Asimismo, se ve la formación de amoníaco dicha sal eleva un poco el pH. Cuando la temperatura llega a los 60 °C la mayoría de microorganismos termófilos cesa actividad y la acción degradadora pasa a las bacterias que forman esporas y actinomicetos. Esta Etapa tiene un tiempo de latencia de días a meses, donde se espera la eliminación de la mayoría de organismos patógenos y malezas (higienización) (Román, Martínez y Pantoja, 2013, p. 23).

Etapa de enfriamiento o mesófila 2, esta etapa comienza cuando los microorganismos han degradado las fuentes de carbono orgánico de fácil consumo, por lo que la actividad se ralentiza y con ello la temperatura desciende. Al bajar una temperatura de cerca a los 40 °C, conducen a la segunda aparición de microorganismo mesofílico los que degradan los compuestos que quedan como

celulosa. Estos microorganismos inducen a la acidez y logran bajar el pH alcalino dejado de la etapa termófila llegando casi al neutro, pero manteniendo los límites alcalinos. El tiempo de latencia que puede durar este periodo varía en semanas (Román, Martínez y Pantoja, 2013, p. 24).

Etapa de maduración, esta etapa se caracteriza por que la temperatura llega a concordar la temperatura ambiental, la actividad microbiana cesa dando lugar a la aparición de microorganismos como escarabajos, chanchitos de tierras, etc. Lo que puede indicar la fertilidad de compost. Sus características físicas son el color marrón oscuro y el olor aceptable sin características fétidas o de degradación (Guapulema, 2018, p. 12).

Se puede entender como el final del proceso, ya que el agua contenida desciende hasta el secado, dicho obtenido debe ser separado de las partículas no se han degradado y almacenado específicos para su utilización y no altere las propiedades obtenidas para su uso como fertilizante.

La temperatura es un factor importante en el compostaje, al ser un proceso térmico desprende calor, especialmente en las dos primeras etapas, durante este proceso es responsabilidad de los microorganismos, ya que degradan los compuestos ricos en energía como la celulosa, proteínas, azúcares, grasas y otros compuestos. Estas altas temperaturas aceleran el proceso de degradación compuestos complejos hasta la etapa de enfriamiento y maduración esto porque la actividad microbiana es detenida a razón de escasez de sustratos de fácil degradación (Fan et al., 2021, p. 2-3).

El proceso puede aumentar la temperatura a 65 °C, estas temperaturas son indicador de higienización materia de organismos patógenos, a causa ello es necesario que el proceso mantenga esas altas temperaturas durante tiempos largos antes de decrecer y llegar a la maduración (Román, Martínez y Pantoja, 2013, p. 28).

**Tabla 01. Parámetro de temperatura**

<b>Temperatura °C</b>	<b>Causas relacionadas</b>	<b>Forma de remediar</b>
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	<p>Humedad escasa. La escasez de humedad ocasiona atenuación de la actividad metabólica de los microorganismos y como consecuencia la disminución de temperatura.</p>	<p>Generar humedad a través del riego o adicionar material con contenido de humedad.</p>
	<p>Material escaso. No tener el material suficiente o la estructura de la pila no adecuada ocasiona que la temperatura sea óptima.</p>	<p>Agregar más material a la pila.</p>
	<p>Escasez de nitrógeno o mínimo C/N. Al tener una alta relación C-N, esto ocasiona que el nitrógeno que utilizan los microorganismos no pueda producir enzimas y proteínas, y su actividad se reduce o tarda. La temperatura aumenta más tiempo.</p>	<p>Agregar material con suficiente nitrógeno.</p>
Altas temperaturas (T ambiente >70°C)	<p>Aireación o humedad escasa. La alta temperatura detiene la degradación de la materia, los microorganismos pueden sobrevivir, pero no se puede activar actividad mesófila y finalizar el proceso.</p>	<p>Controlar la humedad 50-60% y volteo. Agregar material con suficiente carbono y más tiempo de latencia en degradación (madera, o material seco) de tal manera que el proceso sea lento.</p>

Fuente: Román, Martínez y Pantoja (2013, p. 28)

*La humedad* es un factor muy importante para microorganismos por su estructura celular que requiere agua, a base de esto el compostaje debe empezar con un promedio de agua de 50% ya que se quiere conseguir que la comunidad microbiana actúe sobre el material compostado, transformando las moléculas en compuestos estables. Si la humedad es mayor a 60% lograr que los espacios de aireación sean cubiertos logrando condiciones anaerobias, de tal manera que la acción microbiana disminuye producen putrefacción con malos olores y produce lixiviación que reducen la calidad del compost (Bohórquez Santana, 2019, p. 19).

Una manera para controlar la humedad es la adición de material al sustrato controlado en compostaje como por ejemplo la ceniza que es capaz de poder disminuir la humedad a valores aceptables (61 al 45%) y favorecer la actividad microbiana por lo cual puede alcanzar temperaturas elevadas y asegurar la higienización. También la agregación de pastos puede favorecer al potencial de Hidrógeno, Carbono, y la higienización y aumenta la calidad del producto (Castro, Daza y Marmolejo, 2016, p. 181).

**Tabla 02.** *Rango de humedad ideal.*

<b>Humedad (%)</b>	<b>Problema</b>	<b>Soluciones</b>
menor de 45	Humedad escasa. Puede parar el proceso por escasez de agua para la biología de los microorganismos.	Controlar la humedad, proporcionar humedad a través del riego o agregar material con contenido de humedad.
45 al 60% Rango óptimo		
Mayor de 60	Escasez de oxígeno. Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis	Generar acción de volteo del sustrato y añadir material con reducido porcentaje de humedad y que proporcione carbono como pajas, material seco.

Fuente: Román, Martínez y Pantoja (2013, p. 28)

La Relación Carbono – Nitrógeno o Carbono/Nitrógeno, es un factor clave para poder estimar la capacidad de degradación del compostaje y que esta pueda llegar a la madurez en buenas condiciones; esta relación se reduce a causa del consumo mayor del carbono orgánico que del nitrógeno, por lo que es necesario buscar una buena correlación de del sustrato empleado, cuando la relación C-N es alta genera energía suficiente para oxidación de la materia orgánica el carbono consumido se transforma en CO<sub>2</sub> por acción de microorganismos (Zhang et al., 2021, p. 8).

**Tabla 03.** Rango de relación C-N.

<b>C/N</b>	<b>Causas relacionadas</b>	<b>Soluciones</b>
>35/1	demasiado Carbono	La composición del material posee gran contenido de carbono, lo que ocasiona que el proceso pueda bajar temperatura y disminuir su ritmo.
15/1 al 35/1 Rango óptimo		
<15/1	Demasiado Nitrógeno	La composición del material posee gran contenido de nitrógeno, lo que ocasiona que el proceso eleve mucho su temperatura y produce olores desagradables por el amoníaco liberado.

Fuente: Román, Martínez y Pantoja (2013, p. 26)

La aireación, la mayoría de la comunidad microbiana presente en proceso de compostaje tiende a ser de facultad aerobia por es necesario acción mecánica antrópica para brindar el oxígeno necesario para que microorganismos no cesen sus actividades de degradación. Si se genera condiciones anaerobias los grupos de microorganismos aerobios se reducen en consecuencia se producen malos

olores y putrefacción debido a la aparición microorganismo anaerobios que los desplazan generan compuestos volátiles y amoniacales (Bohórquez 2019, p. 16).

El proceso de compostaje toma el oxígeno y es consumido por los microorganismos para poder degradar la materia orgánica entre ellos compuestos ricos en carbono orgánico, transformándolo en CO<sub>2</sub>, calor y humus (Zhang et al., 2021, p. 2). Gracias a la oxigenación hace que los microorganismos son capaces de llegar al compostaje a la etapa termófila, acelerar el proceso de degradación, generar la higienización. Y poder enfriar si esta supera altas temperaturas.

**Tabla 04.** *Rango de aireación ideal*

<b>Aireación (%)</b>		<b>Problema</b>	<b>Soluciones</b>
menor de 5	Poca aireación.	El contenido de agua no logra evaporarse, ocasionado demasiada humedad y provocando condiciones anaeróbicas.	Voltear los materiales compostados y/o agregar material estructurante que proporcione buena aireación.
5 al 15% Rango óptimo			
mayor de 15	Demasiada aireación	Disminución de la temperatura y el agua se evapora, lo que ocasiona que el proceso de degradación pueda parar por poca agua.	Reducir el tamaño del material para disminuir la porosidad, controlar la humedad o agregar material que proporcione humedad.

Fuente: Román, Martínez y Pantoja (2013, p. 26).

*Potencial de hidrógeno (pH)* es un indicador químico que relaciona transformación de las moléculas durante la transformación del compostaje, el proceso bioquímico que destaca la acción microbiana extracelular para prevenir células ya que son casi

neutras. Para prevenir que suceda a la comunidad microbiana se agrega sustratos para poder disminuir el pH y los microbianos puedan actuar en condiciones óptimas. Estos sustratos pueden ser sales que aportan iones de hidrógeno positivos ( $H^+$ ) para aumentar el pH (Bohórquez 2019, p. 20).

Al utilizar materiales ácidos puede bajar el pH en el compostaje, se puede aumentar la calidad del compost como fertilizante, como preservación compuestos como el amonio y amoniaco, se ha estudiado este fenómeno y se ha observado que la acidez puede generar la reducción del  $N_2O$ , que  $NH_4$  se utiliza para la nitrificación del nitrito, y el nitrato producido inhibe la transformación del  $N_2O$  en  $N_2$  (Cao et al., 2020, p. 2).

No hay que olvidar que olvidar que la acidez inhibe al actividad microbiana en la primaria (mesófila) al pasar etapa termófila el pH se eleva por formación consumo del nitrógeno de los compuestos y convertirlo en amonio, para que después se estabiliza en la últimas etapas para aproximarse a neutro (Román, Martínez y Pantoja, 2013, p. 29). Por lo el pH podría demostrar en qué estado se encuentra el compostaje antes de llegar al proceso de maduración, y controlar los parámetros óptimos en su conversión como fertilizante.



**Tabla 05. Rango de pH ideal**

<b>pH</b>	<b>Problema</b>	<b>Soluciones</b>	
Menor a 4.5	Demasiado ácidos orgánicos.	Los insumos vegetales como frutas, restos domésticos, pueden segregar demasiados ácidos orgánicos generando un ambiente ácido.	Agregar material seco y rico en carbono.
45 al 60% Rango óptimo			
Mayor a 8.5	Demasiado nitrógeno.	Si el contenido de nitrógeno es demasiado en los insumos, con mala relación C/N, con humedad y temperaturas elevadas, generaría un ambiente alcalino por el amoníaco.	Agregar material con gran contenido de nitrógeno y lograr una buena relación C/N.

Fuente: Román, Martínez y Pantoja (2013, p. 29)

Entre las técnicas de compostaje se puede destacar dos: *Compostaje por pilas* (Sistema abierto), este sistema es muy convencional, los materiales orgánicos seccionados se reúnen formando cúmulos en forma hileras o pilas, su tamaño está relacionado al volumen del sustrato empleado. Esta técnica exige acción mecánica antrópica para la aireación y generar porosidad de tal manera que el sustrato puede eliminar la humedad excesiva. Según la hilera, la pila puede ser cóncava o triangular, de tal manera que beneficie la acción mecánica del movimiento. Bajo esta premisa es recomendable hacerla 2 veces por semana (Sánchez, Ospina y Montoya, 2017, p. 138).

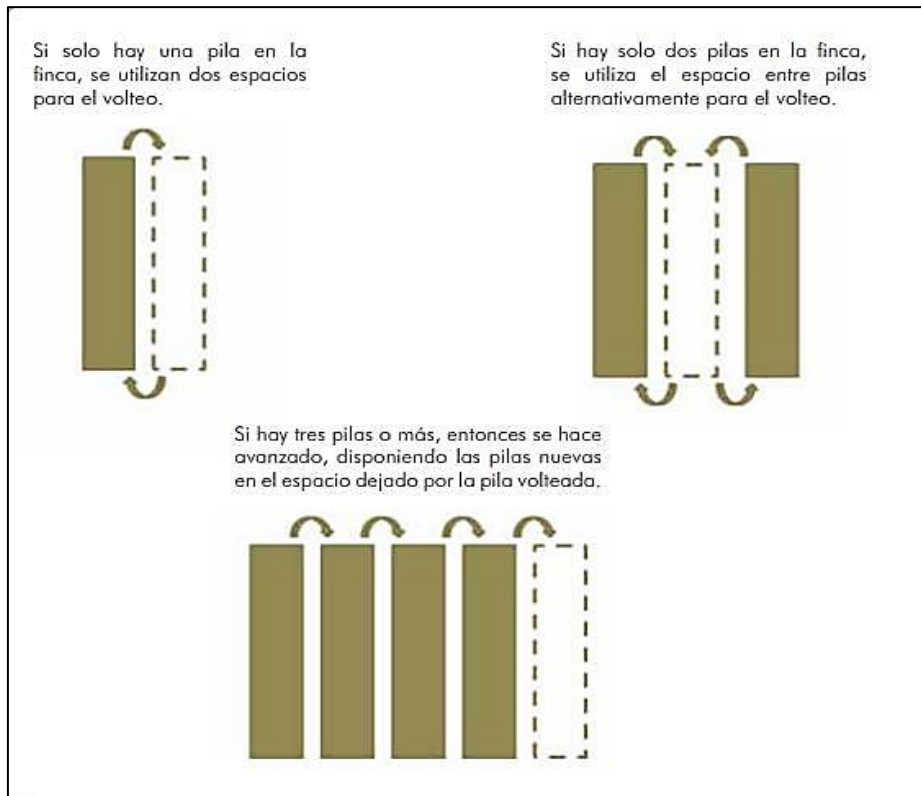
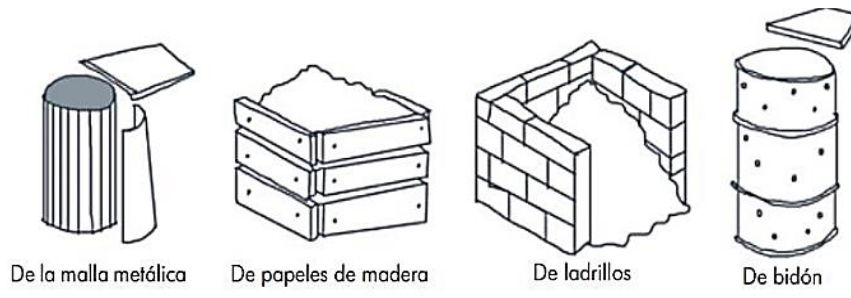


Figura 04. Tipos de volteo

Fuente: FAO (Torres, 2017, p. 18)

*Sistemas de recipientes* (Sistema cerrado), es un sistema más utilizado a pequeña escala, recomendado para uso familiar, el proceso consiste en el material seleccionado es conferido en un contenedor, este difiere en tamaño según la cantidad de residuos dispuestos. Aunque se puede aplicar a mediana escala bajo ciertos de control que den ser contenedores reforzado como material de cimiento o tubos que permite se pueda oxigenar de manera pasiva, de tal que se presenta ausencia de acción mecánica antrópica para esta labor. La facilitación de la aplicación de este sistema es que no se requiere mucha inversión y el tiempo de latencia de los sustratos empleados puede ser reducido (Torres, 2017, p. 21).

Este sistema es un reactor biológico de fase sólida, el cual teóricamente tiene como meta el control de parámetros de temperatura, humedad y oxigenación, sin embargo, hay limitaciones de mecánica de acción hidrológica por el aumento de tamaño del sustrato. Por lo es más recomendado para la prueba de escala piloto a nivel laboratorio (Sánchez, Ospina y Montoya, 2017, p. 138).



*Figura 04.* Materiales contenedores

Fuente: FAO

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue del tipo **aplicada**, se basa en cumplir el objetivo con intervención de actividad orientadas a aplicar conocimientos en su desarrollo y obtener un resultado o respuesta para un problema práctico planteado, lo cual es el fin de este tipo de investigaciones (Hernández et al., 2018, p. 37).

El enfoque de la investigación fue **cuantitativo**, la información y datos recopilados tienen relevancia a valores y números, para después analizar empleando métodos estadísticos y numéricos se analizará para su mejor entendimiento (Guevara Alban, Verdesoto Arguello y Castro Molina, 2020, p. 166).

##### 3.1.2. Diseño de investigación

**Prospectivo:** Este tipo de diseño se caracteriza por que la intención de los datos registrados es nueva y depende de la evolución de los hechos de interés en determinado tiempo (Hernández et al., 2018, p. 87).

**Experimental:** Este tipo de diseño se particulariza por que la variable independiente es manipulada, de tal manera que el autor antrópico de este cambio pueda estudiar, determinar y observar los cambios que sufre la variable dependiente bajo las nuevas condiciones propuestas; en otras palabras definir la causa y efecto (Hernández et al., 2018, p. 89).

**Longitudinal:** Este diseño tiene la particularidad de efectuarse en 2 o más aplicaciones de los métodos o los instrumentos en diferentes momentos del tiempo para poder observar y determinar los cambios de las variables de interés (Hernández et al., 2018, p. 89).

##### 3.1.3. Diseño de contrastación de hipótesis

Para la contrastación se empleó el diseño de dos grupos después, el cual estuvo formado por un grupo de control y un grupo experimental. Al grupo

experimental se le adiciono la variable independiente y se procederá medir los efectos para poder compararlos con el grupo de control.

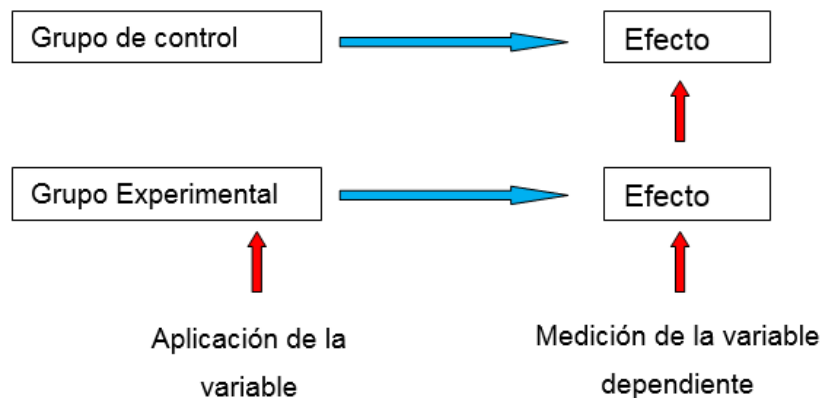


Figura 05. Diseño de dos grupos después

Fuente Elaboración Propia.

### 3.2. Variables y operacionalización

X1. Variable Independiente: Microorganismos eficaces activados (EM-Compost)

Y1. Variable dependiente: Degradación del cabello durante el compostaje

La tabla de operaciones (ver Anexo 1).

### 3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** estuvo conformada por 14 Kg. de residuos de cabello humano recolectado de los salones de belleza y peluquerías del distrito de Tumán, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

La **muestra** estuvo conformada por 12 Kg. del cabello humano recolectado de los salones de belleza y peluquería del distrito de Tumán.

El **Muestreo** fue por conveniencia.

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

La técnica que se utilizó fue la **observación**, que permitirá poder visualizar de manera objetiva y empírica cómo son los cambios que sufre el tratamiento, sobre la aplicación de la variable de interés (variable

independiente). El fenómeno de transformación estuvo observado de manera directa desde la recolección del material y emplazamiento hasta su conversión en compost y características como peso, humedad, temperatura, pH y tiempo, los cuales serán registrados para su análisis.

Los instrumentos usados para recolectar de datos durante la elaboración del compostaje como el peso, pH, temperatura, son los siguientes.

- Equipos: medidor de pH, medidor de temperatura de suelo, balanza, cinta métrica.
- Ficha de control de monitoreo, donde se registrará los datos recolectados de los equipos utilizados dos y serán empleadas posterior análisis.

**Validez y confiabilidad.** El producto elaborado fue analizado por profesionales con experiencia y criterio experto del laboratorio en la Estación Experimental Agraria Vista Florida - INIA, el cual garantizó que los resultados y su registro estén conforme a lo establecido.

### **3.5. Procedimientos**

#### **3.5.1. Ubicación del Proyecto**

La ubicación del tratamiento experimental se llevó a cabo en Serur Jarrin del distrito de Tumán, Chiclayo, Lambayeque; el lugar experimental se encuentra entre el cruce calle Las Magnolias y Hipólito Unanue.

Su ubicación geográfica en coordenadas UTM son 17 M 643343 E 9255070 N.



Figura 05. Ubicación del lugar experimental.

Fuente: Google Earth Pro.

### 3.5.2. Etapas de Pre - campo

#### 3.5.2.1. Adecuación del terreno

Se procedió a limpiar y nivelar el terreno para darle formalidad a los tratamientos experimentales (pilas composteras), agregando un techo protector contra los rayos solares con el fin de evitar la reducción de actividad microbiana y evitar su mortalidad durante el proceso de compostaje. Asimismo, se procedió a señalar el terreno conforme la ubicación de cada tratamiento.

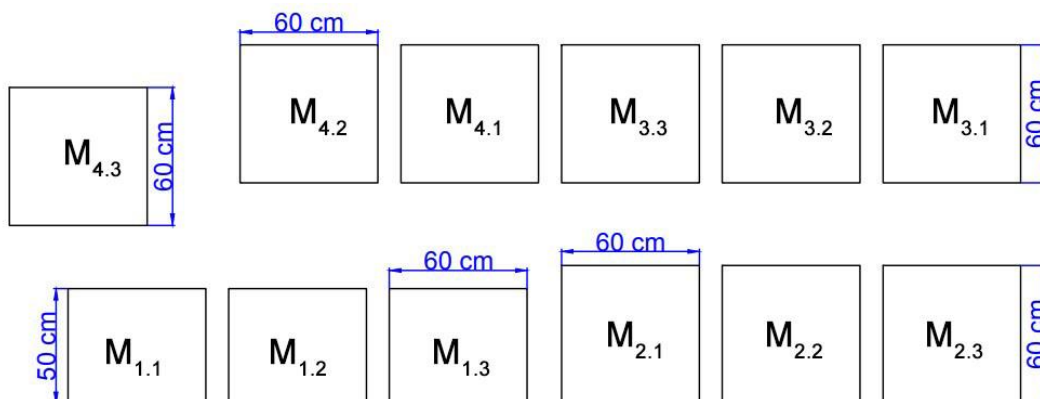


Figura 06. Distribución unidades experimentales.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.2.2. Recolección de los materiales.

Se procedió a la recolección de los residuos de cabello de peluquerías y salones de belleza del distrito de Tumán una vez por semana. Asimismo, el estiércol de cuy se adquiere de la población del distrito de Tumán.

### 3.5.2.3. Activación de los microorganismos eficientes.

En un recipiente de 20 litros o más, se realizó la siguiente mezcla.

- 1 litro de EM-compost.
- 1 litro de melaza.
- 18 litros de agua (no clorada).
- 10 gramos de Roca Diatomea.
- 30 gramos de sal mineral.

Se cerrará el envase de forma hermética durante un tiempo de 7 días, pasado los 7 días el EM activado presenta un pH de 3.5 y olor agridulce y estará listo para su utilización.

Para los tratamientos se activó EM compost la cantidad de volumen necesario y su aplicación fue cada 8 días en dosis en una relación de 1 L. activado/10 L. de agua.

**Tabla 06.** *Dosis de EM-COMPOST activado.*

<b>Rendimiento</b>	<b>Dosis</b>
20 L. Activado x 1 TM	380 ml.
20 L. Activado x 5 TM	76 ml.
20 L. Activado x 10 TM	38 ml.
<b>Total</b>	490 ml.
<b>Repeticiones</b>	4
<b>Total de EM Activado</b>	1960 ml.

Fuente: Elaboración propia



### 3.5.2.4. Relación carbono nitrógeno.

Se tomó de manera teórica los valores de relación C/N de los materiales y se procederá a evaluar según el manual de compostaje del agricultor de la FAO.

**Tabla 07.** *Relación C/N.*

Material	Relación C/N
cabello	3/1
estiércol de cuy	18/1
cascarilla de arroz	66/1

Fuente: Elaboración propia

Se formuló la siguiente configuración para los tratamientos.

**Tabla 08.** *Configuración de los tratamientos*

Tratamiento	Dosis (mL.)	Cabello	%	Estiércol de cuy	%	Cascarilla de arroz	%	C/N
M <sub>1</sub> .	-							
M <sub>2</sub> .	38	1 kg.	5.26	14.9 kg.	78.42	3.1 kg.	16.32	25.6/1
M <sub>3</sub> .	76							
M <sub>4</sub> .	380							

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.3. Etapa de campo

#### 3.5.3.1. Apilado de material

Esta actividad consistió en poder almacenar el material después de limpiarlo de cualquier residuo no deseado presente.

#### 3.5.3.2 Formación de la pila

El material que se utilizó se arregló en la cama compostera en 4 capas: la primera capa cáscara de arroz, la segunda de estiércol de cuy, la tercera de

cáscara de capa la cáscara de arroz y la cuarta capa de cabello humano. Se humedece de manera parcial previamente antes de la aplicación de los microorganismos a razón que no falte humedad para su actividad degradadora.

El contenedor estuvo protegido por plástico para evitar que la muestra no se contamine con el suelo.

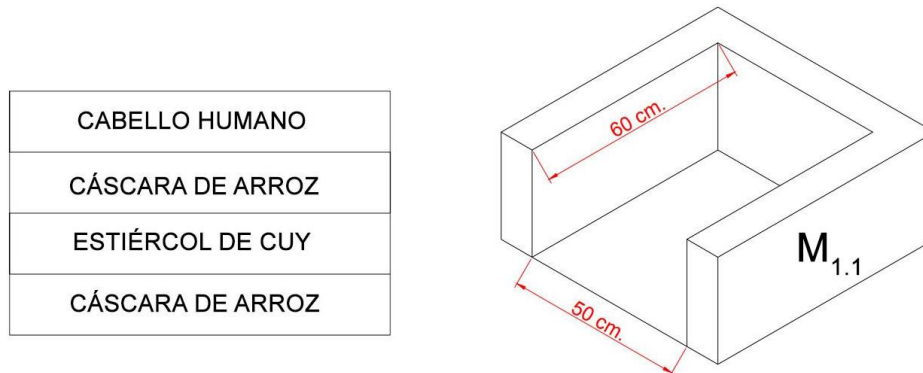


Figura 07. Formador de la pila y contenedor.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.3.3 Aireación

La actividad de aireación se realizó cada 8 días con finalidad de poder prevenir un ambiente anaerobio y afecte a la acción de los microorganismos usados.

### 3.5.3.4. Maduración

Esta etapa señaló la culminación del compostaje, asimismo se dejó reposar en un promedio de 8 días para que disminuya la humedad y facilitar su tamizado.

### 3.5.3.5. Tamizado

Al terminar el compostaje se realizó la acción de tamización, con finalidad de poder separar el material que aún no se ha degradado. Esto facilito poder medir el rendimiento del producto.

### 5.5.3.6. Almacenado y transporte.

La actividad consistió en llenar el material en bolsas plásticas prefiriendo de 1kg (para cada uno de los tratamientos) para su análisis y se transportará en

un contenedor para evitar posibles daños en su trayecto al laboratorio de la INIA.

### **3.5.4. Determinación de Dimensiones.**

#### **3.5.4.1. pH**

Para la toma de datos del pH se realizó cada 4 días, con la utilización de un equipo denominado pHmeter. Para poder medir el pH, se extrajo de la muestra de 10gr. y mezcló con 50mL. de agua destilada, la medición fue directa con el instrumento.

#### **3.5.4.2. Temperatura.**

Para la toma de datos de temperatura se realizó cada 4 días, con la utilización de un equipo denominado Termómetro. Para poder medir la temperatura, se tomó datos de tres puestos de cada tratamiento y se registró el promedio en la ficha de control, la medición fue directa con el instrumento.

#### **3.5.4.3. Control de humedad.**

Para determinar la humedad se hizo a través de una técnica manual al tacto denominada la *prueba del puño*; esta técnica consiste en agarrar una porción del material con una mano y apretarla.

- Si el material después de comprimirla no se queda en forma comprimida, significa que falta humedad.
- Si el material se queda en forma comprimida, moja la mano y no escurre gotas en la mano, hace referencia que posee buena humedad.
- Si el material después de apretarlo gatea agua en referencia de 8 a 10 gotas es indicador que se ha superado la humedad a 80%.

#### **3.5.4.4. Rendimiento y degradación**

Para poder medir el **rendimiento del compostaje** se hizo al terminar el proceso de compostaje, con el uso de un instrumento llamado cinta métrica que ayudó a determinar el volumen, previamente se tuvo la medida del volumen inicial (0.09 metros cúbicos) al inicio del tratamiento y se midió al

finalizar el compostaje. La fórmula para determinar el rendimiento es la siguiente:

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{Volumen final}}{\text{Volumen inicial}} * 100$$

Para poder medir la **degradación del cabello** uso de un instrumento llamado balanza que ayudó a determinar el peso, previamente se tuvo la medida del peso inicial (1 kg.) al inicio del tratamiento y se midió al finalizar (después 15 días de secado). La fórmula para determinar la degradación es la siguiente:

$$\% \text{ degradación} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

### 3.5.4.5. Evaluación del producto.

Cuando el proceso de compostaje haya terminado, se realizó la toma de la muestra de 1kg de cada tratamiento, el cual estuvo etiquetado respectivamente y confinado en una bolsa plástica; fue transportado al laboratorio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida al laboratorio de la INIA donde se realizó su analista físico-químico de pH, humedad, CE, materia orgánica, relación C/N, elementos como N; P; K.

Para la toma de muestra se hizo a través de la técnica de cuartero que consiste en dividir el material en 4 partes y mezclar 2 partes de ella, repitiendo el proceso hasta reducir el tamaño de la muestra a la requerida.

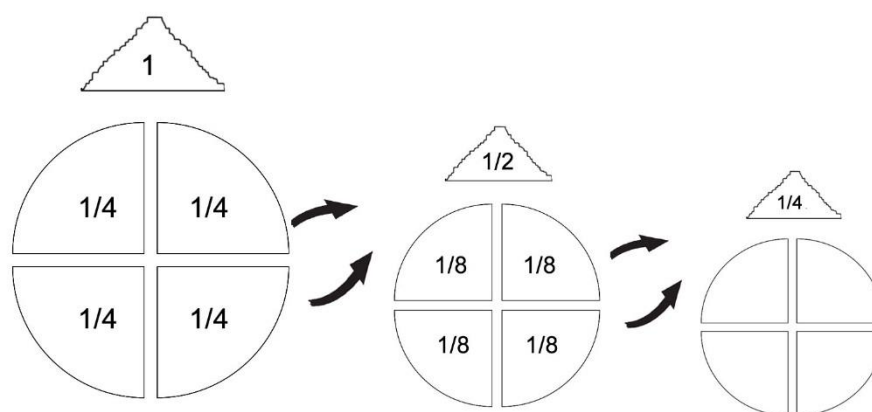


Figura 08. Técnica del cuartero.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.4.6. Tiempo.

Se tomó cada 4 días y finalizó el proceso cuando la temperatura llegó a ser similar a la temperatura ambiente (25 °C).

### 3.6. Método de análisis de datos

Se aplicó un diseño completamente randomizado el cual fue de 4 tratamientos con 3 repeticiones.

**Tabla 09.** Croquis de las unidades experimentales

		Tratamientos			
Repeticiones		M <sub>1.1</sub>	M <sub>2.1</sub>	M <sub>3.1</sub>	M <sub>4.1</sub>
		M <sub>1.2</sub>	M <sub>2.2</sub>	M <sub>3.2</sub>	M <sub>4.2</sub>
		M <sub>1.3</sub>	M <sub>2.3</sub>	M <sub>3.3</sub>	M <sub>4.3</sub>

Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de datos se hizo a través de un análisis de varianza (ANAVA).

**Tabla 10.** Arreglo tabular

Repeticiones	Tratamientos (t)				Total (Y <sub>j</sub> )
	1	2	3	4	
1	y <sub>1.1</sub>	y <sub>2.1</sub>	y <sub>3.1</sub>	y <sub>4.1</sub>	Y <sub>1.</sub>
2					.
...					.
r					.
Total (Y <sub>i.</sub> )	Y <sub>1.</sub>	.	.	.	$Y_{..} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{i,j}$
Promedios	$\bar{Y}_{1.}$	$\bar{Y}_{2.}$	$\bar{Y}_{3.}$	$\bar{Y}_{4.}$	$\frac{Y_{..}}{n}$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11. Esquema de ANAVA**

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	SIG
Tratamiento	$\sum_{i=1}^r \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - \frac{Y_{..}^2}{n}$	$t - 1$	$\frac{SC(trat.)}{GL(trat.)}$	$\frac{CM(trat.)}{CM(err.)}$	ns * **
Error	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{i,j}^2 - \sum_{i=1}^r \frac{Y_{i.}^2}{r_i}$	$(n - 1) - (t - 1)$	$\frac{SC(err.)}{GL(err.)}$		
Total	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{i,j}^2 - \frac{Y_{..}^2}{n}$	$n - 1$			

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

n: Total de unidades experimentales.

t: Tratamientos.

r: Repeticiones.

$Y_{i.}$ : Total de los tratamientos

$Y_{.j}$ : Total de las repeticiones

$Y_{..}$ : Suma total de todas las unidades experimentales.

SC: Suma de cuadrados.

GL: Grados de libertad.

CM: Cuadrado medio.

F: F de Fisher.

La hipótesis que se formula:

$$\text{Hipótesis nula } H_0: \bar{t}_1. = \bar{t}_2. = \bar{t}_3. = \bar{t}_4.$$

$$\text{Hipótesis alternativa } H_a: \bar{t}_1. \neq \bar{t}_2. \neq \bar{t}_3. \neq \bar{t}_4.$$

Según la regla de decisión rechaza  $H_0$  Si  $F_c > F_{(\alpha)(V_1, V_2)}$ ; donde  $F_{(\alpha)(V_1, V_2)}$  se puede denominar valor tabla. Se utilizó un valor de significación de 0.05 y 0.01.

- $V_1$ : grados de libertad del numerador
- $V_2$ : grados de libertad del denominador

Para comprobar el promedio de los tratamientos se usó la prueba de Dunnett. Las hipótesis son:

Hipótesis nula  $H_0: \bar{t}_T = \bar{t}_i$ .

Hipótesis alternativa  $H_a: \bar{t}_T \neq \bar{t}_i$ .

La fórmula es:

$$A.L.S. (Dn) = A.S.D. (Dn) * S\bar{d}$$

$$A.L.S. = (\alpha)(t - 1, n - t)$$

$$S\bar{d} = \sqrt{\frac{2 * CM(error)}{r}}$$

Donde:

A.L.S. (Dn): Amplitud límite significación de Dunnett.

A.S.D. (Dn): Amplitud estudentizada Significación de Dunnett.

$S\bar{d}$ : Desviación estándar del promedio de la diferencia de las medias de los tratamientos .

Además, para el análisis de la información se empleó hoja de cálculo Excel y se generaron tablas y gráficos para mejorar su entendimiento.

### 3.7. Aspectos éticos

La presente investigación cuenta con información debidamente citada por la norma ISO-690 y bajo su adaptación expuesta por la Universidad César Vallejo. Se verificó su originalidad a través del programa Turnitin, Asimismo los datos brindados por el laboratorio de INIA contaban con confiabilidad y validez a través de criterio de expertos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Tiempo

Se registraron datos del tiempo en días de cada tratamiento y se representan en la tabla 10 y su análisis varianza en la tabla 11.

**Tabla 12.** *Valores del tiempo del compostaje*

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	72	72	72	76	292
II	72	72	72	76	292
III	72	72	72	72	288
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	216	216	216	224	872
<b>Promedio</b>	72	72	72	74.67	72.67

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13.** *ANAVA del tiempo del compostaje*

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	16.00	3	5.33	4.01	4.07	7.59	ns
Error	10.67	8	1.33				
Total	26.67	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 13, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en la duración del de compostaje del cabello humano.

### 4.2. Temperatura

Se registraron datos con respecto a la temperatura del compostaje en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) de cada tratamiento y se representan en la figura 09.



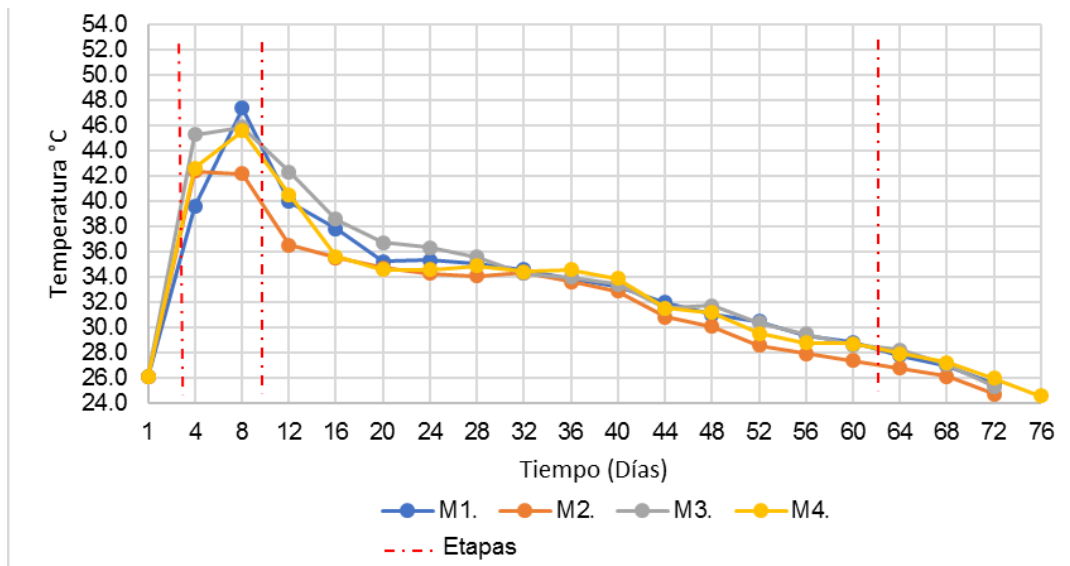


Figura 09. Curva de la temperatura del compostaje.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la figura 09. Se puede observar una temperatura máxima promedio de 47 °C, donde la etapa mesófila (25 a 45 °C) tuvo una duración de 3 días, termófila (45 a 70 °C) de 6 días, etapa enfriamiento (45 a 27 °C) de 53 días y maduración (27 a 25 °C) de 14 días. Además, los tratamientos iniciaron con una temperatura de 26°, al día 8 la temperatura del M<sub>1</sub>. fue mayor a los demás tratamientos con un promedio de 47.7 °C, al día 16 la temperatura M<sub>2</sub>. y M<sub>3</sub>. Superaron a M<sub>1</sub>., el día 24 solo el M<sub>3</sub>. con 36.3 °C. Estos fueron los días que se aplicó EM después de la medición.

#### 4.3. Rendimiento del compostaje

Se registraron datos con respecto al rendimiento del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 14 y su análisis de varianza en la tabla 15.

**Tabla 14.** Valores del rendimiento del compostaje

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	55.00	46.00	48.80	50.00	199.80
II	52.33	49.20	54.80	49.60	205.93
III	54.00	48.00	51.60	52.80	206.40
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	161.33	143.20	155.20	152.40	612.13
<b>Promedio</b>	53.78	47.73	51.73	50.80	51.01

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15.** ANAVA del rendimiento del compostaje

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	56.88	3	18.96	4.60	4.07	7.59	*
Error	32.97	8	4.12				
Total	89.85	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 15, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; lo que quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente hay al menos uno que es diferente; para saber si los microorganismos eficientes afecta el rendimiento del compostaje del cabello humano se requiere un análisis comparativo.

**Tabla 16.** Prueba de Dunnett 0.05 para el rendimiento del compostaje

Comparaciones	$ A - B $	A.L.S. (Dn)	SIG
$\bar{t}_1 - \bar{t}_2$	$ 53.78 - 47.73  = 6.05$	4.78	*
$\bar{t}_1 - \bar{t}_3$	$ 53.78 - 51.73  = 2.05$	4.78	ns
$\bar{t}_1 - \bar{t}_4$	$ 53.78 - 50.08  = 2.98$	4.78	ns

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 16, se acepta la hipótesis alternativa cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_2$ ; es decir que estadísticamente la media  $\bar{t}_1$  es mejor que el  $\bar{t}_2$ . Se acepta la hipótesis nula cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_3$ ; es decir que estadísticamente la media de los tratamientos son iguales. También se acepta la hipótesis nula cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_4$ ; es decir que estadísticamente la media de los tratamientos son iguales. Asimismo se concluye que los microorganismos tuvieron efecto en el rendimiento del tratamiento 2 del compostaje del cabello humano.

#### 4.4. Degradación del cabello

Se registraron datos con respecto a la degradación del cabello en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 17 y su análisis de varianza en la tabla 18.

**Tabla 17. Valores de la degradación del cabello**

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	28.50	24.00	16.50	24.00	93.00
II	20.50	26.50	18.00	22.50	87.50
III	19.50	27.00	26.50	31.50	104.50
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	68.50	77.50	61.00	78.00	285.00
<b>Promedio</b>	22.83	25.83	20.33	26.00	23.75

Fuente: Elaboración propia..

**Tabla 18. ANAVA de la degradación del cabello**

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	65.75	3	21.92	1.11	4.07	7.59	ns
Error	158.50	8	19.81				
Total	224.25	11					

Fuente: Elaboración propia..

Por lo presentado en la tabla 18, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en la degradación del cabello durante del proceso de compostaje del mismo.

#### 4.5. pH

Se registraron datos con respecto al pH del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 19 y su análisis de varianza en la tabla 20.

**Tabla 19. Valores del pH del compostaje**

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	7.55	8.20	7.40	8.10	31.25
II	7.20	8.30	7.95	7.50	30.95
III	7.50	8.00	7.95	7.60	31.05
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	22.25	24.50	23.30	23.20	93.25
<b>Promedio</b>	7.42	8.17	7.77	7.73	7.77

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20. ANAVA del pH del compostaje**

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	0.85	3	0.28	4.00	4.07	7.59	ns
Error	0.53	8	0.07				
Total	1.38	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 20, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en el pH del compost de cabello humano.

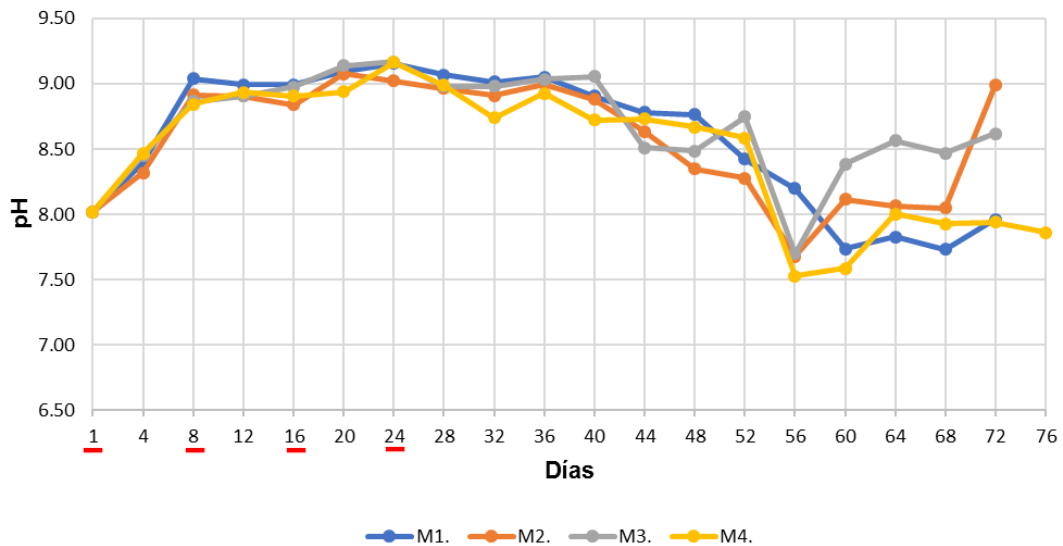


Figura 10. Curva de pH del compostaje.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10, se aprecia la curva del pH del promedio de los tratamientos del compostaje, el cual da inicio en un pH básico (8.03 – 9.04) del día 1 al 8, el pH día 8 al 40 fue constante (8.72 - 9.17), del 40 al 76 se puede apreciar la disminución del pH hasta estabilizarse a valores cercanos a 8.00. Además, se puede observar que el tratamiento 2 y 3 tuvo valores 8.50 – 9.00 de pH al finalizar el compostaje.

#### 4.6. Humedad

Se registraron datos con respecto a la humedad del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 21 y su análisis de varianza en la tabla 22.

**Tabla 21.** *Valores de % humedad del compostaje*

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	57.10	52.44	59.45	52.83	221.82
II	57.59	49.77	56.65	52.86	216.87
III	52.41	55.07	51.42	55.87	214.77
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	167.10	157.28	167.52	161.56	653.46
<b>Promedio</b>	55.70	52.43	55.84	53.85	54.46

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22.** *ANAVA de % humedad del Compostaje*

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	23.83	3	7.94	0.91	4.07	7.59	ns
Error	69.73	8	8.72				
Total	93.56	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 22, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no tuvieron influencia en el pH del compost de cabello humano.

#### 4.7. Conductividad eléctrica

Se registraron datos con respecto a la CE del compostaje en mS/cm de cada tratamiento y se representan en la tabla 23 y su análisis de varianza en la tabla 24.

**Tabla 23.** Valores de conductividad eléctrica del compostaje

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	22.64	22.08	29.44	20.38	94.54
II	24.91	18.12	24.91	23.78	91.72
III	26.04	17.55	18.12	20.38	82.09
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	73.59	57.75	72.47	64.54	268.35
<b>Promedio</b>	24.53	19.25	24.16	21.51	22.36

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24.** ANAVA de conductividad eléctrica del Compostaje

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	54.98	3	18.33	1.61	4.07	7.59	ns
Error	90.80	8	11.35				
Total	145.78	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 24, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en la conductividad eléctrica del compostaje de cabello humano.

#### 4.8. Materia orgánica

Se registraron datos con respecto a la MO del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 25 y su análisis de varianza en la tabla 26.



**Tabla 25. Valores de la materia orgánica del compostaje**

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	40.56	29.66	33.52	32.86	136.60
II	38.70	28.10	34.85	31.97	133.62
III	35.65	32.90	31.6	27.86	128.01
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	114.91	90.66	99.97	92.69	398.23
<b>Promedio</b>	38.30	30.22	33.32	30.90	33.19

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26. ANAVA de % MO del compostaje**

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	120.73	3	40.24	7.34	4.07	7.59	*
Error	43.85	8	5.48				
Total	164.58	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 27, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; lo que quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente hay al menos uno que es diferente; para saber si los microorganismos eficientes afectan el % MO del compostaje del cabello humano se requiere un análisis comparativo.

**Tabla 27. Prueba de Dunnett 0.05 de % MO del compostaje**

Comparaciones	$ A - B $	A.L.S. (Dn)	SIG
$\bar{t}_1 - \bar{t}_2$	$ 38.30 - 30.22  = 8.08$	5.50	*
$\bar{t}_1 - \bar{t}_3$	$ 38.30 - 33.32  = 4.98$	5.50	ns
$\bar{t}_1 - \bar{t}_4$	$ 38.30 - 30.90  = 7.04$	5.50	*

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 27, se acepta la hipótesis alternativa cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_2$ ; es decir que estadísticamente la media  $\bar{t}_1$  es mejor que el  $\bar{t}_2$ . Se acepta la hipótesis nula cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_3$ ; es decir que estadísticamente la media de los tratamientos son iguales. También, se acepta hipótesis alternativa cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_4$ ; es decir que estadísticamente la media  $\bar{t}_1$  es mejor que el  $\bar{t}_4$ . Asimismo se concluye que los microorganismos tuvieron un efecto el % MO del tratamiento 2 y 4 del compostaje del cabello humano.

#### 4.9. Nitrógeno

Se registraron datos con respecto al contenido nitrógeno del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 28 y su análisis de varianza en la tabla 29.

**Tabla 28.** Valores de % nitrógeno del compostaje

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	2.08	1.57	1.66	1.68	6.99
II	1.90	1.53	1.74	1.60	6.77
III	1.78	1.62	1.58	1.45	6.43
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	5.76	4.72	4.98	4.73	20.19
<b>Promedio</b>	1.92	1.57	1.66	1.58	1.68

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29.** ANAVA de % nitrógeno del compostaje

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	0.24	3	0.08	8	4.07	7.59	**
Error	0.09	8	0.01				
Total	0.33	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 29, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; lo que quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente hay al menos uno que es diferente; para saber si los microorganismos eficientes afectan el % nitrógeno del compostaje del cabello humano se requiere un análisis comparativo.

**Tabla 30.** Prueba de Dunnett 0.05 de % nitrógeno del compostaje

Comparaciones	$ A - B $	A.L.S. (Dn)	SIG
$\bar{t}_1 - \bar{t}_2$	$ 1.92 - 1.57  = 0.35$	0.24	*
$\bar{t}_1 - \bar{t}_3$	$ 1.92 - 1.66  = 0.26$	0.24	*
$\bar{t}_1 - \bar{t}_4$	$ 1.92 - 1.58  = 0.34$	0.24	*

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 30, se acepta la hipótesis alternativa cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_2$ ; es decir que estadísticamente la media  $\bar{t}_1$  es mejor que el  $\bar{t}_2$ . Se acepta la alternativa cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_3$ ; es decir que estadísticamente la media  $\bar{t}_1$  es mejor que el  $\bar{t}_3$ . También, se acepta la hipótesis alternativa cuando se compara  $\bar{t}_1$  y  $\bar{t}_4$ ; es decir que estadísticamente la media  $\bar{t}_1$  es mejor que el  $\bar{t}_4$ . Asimismo se concluye que los microorganismos tuvieron un efecto en el % nitrógeno del tratamiento 2,3 y 4 del compostaje del cabello humano.

#### 4.10. Fósforo

Se registraron datos con respecto al contenido fósforo del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 31 y su análisis de varianza en la tabla 32

**Tabla 31.** *Valores de % fósforo del compostaje*

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	1.86	1.70	1.79	1.92	7.27
II	1.82	1.79	2.13	1.86	7.60
III	1.74	2.06	1.86	1.92	7.58
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	5.42	5.55	5.78	5.70	22.45
<b>Promedio</b>	1.81	1.85	1.93	1.90	1.87

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32.** *ANAVA de % fósforo del compostaje*

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	0.03	3	0.01	0.5	4.07	7.59	ns
Error	0.14	8	0.02				
Total	0.17	11					

Fuente: Elaboración propia.

Por lo presentado en la tabla 32, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en el % fósforo del compostaje de cabello humano.

#### 4.11. Potasio

Se registraron datos con respecto al contenido potasio del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 33 y su análisis de varianza en la tabla 34.

**Tabla 33.** *Valores de % potasio del compostaje*

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	1.57	1.26	1.45	1.47	5.75
II	1.52	1.32	1.48	1.38	5.70
III	1.37	1.50	1.4	1.40	5.67
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	4.46	4.08	4.33	4.25	17.12
<b>Promedio</b>	1.49	1.36	1.44	1.42	1.43

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 34.** *ANAVA de % potasio del compostaje*

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	0.03	3	0.01	1	4.07	7.59	ns
Error	0.06	8	0.01				
Total	0.09	11					

Fuente: Elaboración propia

Por lo presentado en la tabla 34, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en el % potasio del compostaje de cabello humano.

#### 4.12. Carbono/Nitrógeno

Se registraron datos con respecto al contenido C/N del compostaje en porcentaje (%) de cada tratamiento y se representan en la tabla 35 y su análisis de varianza en la tabla 36.

**Tabla 35.** Valores de la relación C/N del compostaje

Repetición	Tratamientos				Total ( $Y_j$ )
	1	2	3	4	
I	11.31	10.96	11.71	11.35	45.33
II	11.82	10.65	11.61	11.59	45.67
III	11.62	11.78	11.59	11.15	46.14
<b>Total (<math>Y_i</math>)</b>	34.75	33.39	34.91	34.09	137.14
<b>Promedio</b>	11.58	11.13	11.64	11.36	11.43

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 36.** ANAVA de la relación C/N del compostaje

Fuente de varianza	SC	GL	CM	F	F 0.05	F 0.01	SIG
Tratamiento	0.48	3	0.16	1.45	4.07	7.59	ns
Error	0.92	8	0.11				
Total	1.40	11					

Fuente: Elaboración propia

Por lo presentado en la tabla 36, se acepta la hipótesis nula; lo cual quiere decir que las medias de los tratamientos estadísticamente son iguales y que los microorganismos eficientes no influyen en la relación C/N del compostaje de cabello humano.

**Tabla 37. Resumen de las medias y calidad del compostaje**

Parámetros	M <sub>1</sub> .	M <sub>2</sub> .	M <sub>3</sub> .	M <sub>4</sub> .	FAO 2013	NCH 2880 2004	NADF- 020- AMBT 2011
Tiempo (días)	72	72	72	74.67	-	-	-
Rendimiento (%)	53.78	47.73	51.73	50.80	-	-	-
Degradación cabello (%)	22.83	25.83	20.33	26.00	-	-	-
pH	7.42	8.17	7.77	7.73	6,5 – 8,5	5.5 – 8.0	6.5-8
Humedad (%)	55.70	52.43	55.84	53.85	30 - 40	30 - 45	25 - 45
CE (mS/cm)	24.53	19.25	24.16	21.51		< 3 o ≤ 8	<12
MO (%)	38.30	30.22	33.32	30.90	> 20	≥ 20	> 20%
N (%)	1.92	1.57	1.66	1.58	> 1	> 0,5	
P (%)	1.81	1.85	1.93	1.90	-	-	1 - 3, la suma <7
K (%)	1.47	1.36	1.44	1.42	-	-	
C/N	11.58	11.13	11.64	11.36	10:1 – 15:1	≤ 30	<25
Tamaño de partículas (mm)	5	5	5	5	< 16	≤16	≤ 30

Fuente: Elaboración propia

Por lo presentado en la tabla 37, se puede observar de color rojo los valores que el análisis de varianza de las medias de los tratamientos donde el testigo fue mejor que los tratamientos experimentales. Además, su comparación con la normativa chilena NCH 2080:2004 y normativa mexicana NADF-020-AMBT-2011; y el manual de compostaje usado de la FAO 2013, donde se puede apreciar que se cumple los requisitos señalados, a excepción de % humedad, pH y CE.

## V. DISCUSIÓN

El tiempo y concentraciones de EM-COMPOST durante el compostaje de cabello humano en los resultados se observa que el tiempo de compostaje fue en promedio de 72.62 días, y se controló su temperatura (25 - 70 °C). % humedad (40 - 80%), volteo (8 días) y relación C/N (25.6/1), utilizando 5% de cabello mezclado con cascarilla de arroz y estiércol de cuy. Esto se debe a los materiales utilizados para el proceso de compostaje, aunque se busca una buena relación C/N. El C/N es un factor clave para poder estimar la capacidad degradadora del compostaje y que esta pueda llegar a madurez en buenas condiciones (Zhang et al., 2021, p. 8). Esto no quiere decir que aumente la velocidad de degradación. El factor que determina la duración del compostaje es la temperatura, que mostró que los tiempos de la etapa mesofílica y termofílica fueron cortos. También el pH alto al inicio del compostaje afectó las primeras etapas. Si el pH es mayor a 8.5 y el nitrógeno es demasiado en los insumos, con mala relación C/N, con humedad y temperaturas elevadas, generaría un ambiente alcalino por el amoníaco (Román, Martínez y Pantoja ,2013, p. 29). Estos resultados fueron parecidos a Hashem et al (2021), en su trabajo experimental sus tratamientos tuvieron una duración 80 días en 62% (350Kg.), 51% (690Kg.), y 56% (630Kg.) de lodo enalado de la quema de pelo de curtiembre en una mezcla de aserrín, estiércol (vaca y pollo) teniendo en cuenta una relación óptima de C/N (20-40). Asimismo, fue similar para Lambu et al (2020), en su trabajo experimental sus tratamientos terminaron a los 60 días en una mezcla de residuos de curtiembres con cascarilla de arroz y estiércol vacuno con proporción 1:3:1, C/N cercano al 25/1. También con Numpaque y Viteri (2016), en su trabajo experimental sus tratamientos terminaron a 60 días, utilizó 20, 40 y 60% de pelo de curtiembres en una mezcla con residuos orgánicos y agregó microorganismos. Pero difiere con Jácome (2015), en su trabajo experimental sus tratamientos terminaron a 112 días, utilizó 5 y 10% de cabello humano mezclado con estiércol de cuy, restos de poda y la agregación EM, con C/N de 30. También, fue diferente con Torres (2017) en trabajo experimental sus tratamientos terminaron a 112 días, utilizó 15, 22, 37%de cabello humano, mezcla de aserrín y residuos orgánicos, y 26.6 de C/N. Esto es por el uso material seco y materias fresco y verde con aportados de carbono y estructuras. Es necesario la selección del material



orgánico, el sustrato de soporte de estructura y estimulación de microorganismos (Soto-Paz et al., 2017, p. 338).

El rendimiento de biodegradación del compostaje del cabello humano empleando EM-COMPOST. Según los resultados, se obtuvo un rendimiento promedio de 51.1% donde el mejor rendimiento fue de 53.78% (tratamiento testigo) y más bajo fue tratamiento 2 (M<sub>2</sub>) con 47%, y una degradación del cabello humano de 23.75%. Es similar a Jácome (2015), en su trabajo experimental, su tratamiento 2 (2% de ME, 10% de cabello, 24% de estiércol de cuy y 64% de poda) tuvo un rendimiento del compostaje del 65%. Asimismo, Guapulema (2018) en su trabajo experimental tuvo un 56.4% de rendimiento del compostaje en una mezcla de residuos de pelambre y restos de poda en una proporción de 3:1 (peso) y inóculo bacteriano. Pero este difiere con Torres (2017), trabajo experimental mostró rendimiento del compostaje para el tratamiento 1 (1 Lt. de EM, 15% de cabello, 75% residuos + 10% Aserrín) con 99% y con una degradación del cabello del 60%. Esto se debe a que los microorganismos presentes en el compostaje degradan la materia orgánica reduciéndose. El proceso destaca a los microorganismos los cuales toman el sustrato orgánico y la degradan convirtiéndola en un fertilizante, de tal manera que es importante tener el control sobre las condiciones que actúan (Zhang et al., 2021, p. 2). Respecto a la degradación de cabello fue recolectado del tamiz de 5 mm. solo proporcionó residuos de cabello no degradado mayor a 5 mm. y esto influye en el control de la degradación del cabello humano. Además, Torres, sus tratamientos estuvieron expuestos al suelo durante su proceso de compostaje esto hizo que su rendimiento fuera elevado.

Respecto a los parámetros físicos y químicos durante todo el proceso del compostaje con cabello humanos utilizando EM-COMPOST, se obtuvo resultados promedio de pH de 7.77, CE de 22.36 mS/cm, C/N de 11.43/1, % H de 54.46%, K de, 1.43%, P de 1.87%, y el análisis de varianza y prueba comparativa señaló resultado mejor de N de 1.92%, % MO de 38.30%, mezcla estuvo conformada cabello (5%), cascarilla de arroz (16.32%) y estiércol de cuy (78.42%). Hubo un parecido con los resultados de Cruz (2021), en trabajo experimental sus tratamientos (pelo vacuno, excretas humanas y aserrín) con dosis de 3%, 5% y 0%, tuvieron un pH de 8, 7.6 y 6.8; C/N de 14.6/1, 17.6/1 y 15.5/1; % H de 53.9%, 68.8%,

47.8%, CE de 3.0, 3.6 y 2.4 mS/cm, N de 2.45, 2.1 y 2.2 %. Pero difiere con Jácome (2015) su trabajo experimental su tratamiento 2 (2% de EM, 10% de cabello, 24% de estiércol de cuy y 64% de poda) con N (0.12%), P (0.028%), K (0.6%), pH de 6,27, CE de 12,91 mS/cm. De la misma manera con Torres (2017), su trabajo experimental, su tratamiento de EM (1 Lt.), cabello humano (15%), residuos domésticos (75%) y aserrín (10%) fue 0.22% N, 0.056% de K, 0.0047% de P, 6.81% de % MO y CE de 1.24 mS/cm. Esto se debido a la composición de los materiales que afecta principalmente N, P, K. Los principales nutrientes son el nitrógeno, potasio y fósforo, son un indicador de la calidad del compost obtenido; la calidad puede variar según diferentes factores como la calidad del sustrato, el potencial de hidrógeno, temperatura, entre otros (Cao et al., 2020, p. 1-2). También, se observa un alto nivel de CE, esto se debe al pH inicial dado por el sustrato que contiene sales, y al exceso de amonio. Al utilizar materiales ácidos puede bajar el pH en el compostaje, se puede aumentar la calidad del compost, preservación el amonio y amoniaco, puede generar la reducción del N<sub>2</sub>O, la transformación del N<sub>2</sub>O en N<sub>2</sub> (Cao et al., 2020, p. 2). Con respecto a Torres, el señala sobre CE es baja por el lavado durante riego, eso explica la baja cantidad de N, P, K y % MO que se van por el lixiviado.

EL efecto biodegradador microorganismos eficaces (EM-COMPOST) en el cabello humano durante el proceso de compostaje. Según el análisis estadístico se mostró una diferencia en los parámetros químicos en las medias de los tratamientos, pero no mejor al tratamiento testigo (sin EM) donde el nitrógeno fue de N de 1.92%, % MO de 38.30%; esto se debe a que el cabello aporta mayor cantidad de nitrógeno y materia orgánica, eso se nota en los análisis. Además, el tiempo duración del compostaje no hubo diferencias en las medias de los tratamientos, con respecto la temperatura, en monitoreo se puede apreciar en promedio con mayor valor es el testigo, esto se debe a que en la aplicación de los microorganismos se aportaba más humedad a los tratamientos. El aumento de humedad superior al 60% puede generar escasez de oxígeno, mayor humedad en el material, el oxígeno es desalojado y puede dar lugar a zonas anaerobias (Román, Martínez y Pantoja, 2013, p. 28). Esto concuerda con Cruz (2021), en trabajo experimental, sus tratamientos de pelo vacuno (3%, 5% y 0%), excretas humanas y aserrín) de N son 2.45, 2.1 y 2.2 %. Pero difiere con Torres (2017), su trabajo experimental su

tratamiento de EM (1 Lt.), cabello humano (15%), residuos domésticos (75%) y aserrín (10%) de 0.22% N, 6.81% de % MO; esto se debe a que sus experimentos estuvieron expuesto al suelo y durante el riego parte del nutriente se pueden perder. Con respeto a Florida y Reategui (2019), su experimento utilizó pluma (material compuesto con queratina) con estiércol vacuno e inóculo de microorganismos, en sus resultados logró incremento de materia orgánica (MO) y Nitrógeno (N), donde el uso de 30% de plumas hizo que el N llegará al 4.8%; con los otros elementos no mostraron cambio en significación según su análisis estadístico. Esto quiere decir que el cabello por ser un elemento también está compuesto de queratina puede aportar mayor cantidad de nitrógeno al compost.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye con respecto al tiempo que los microorganismos eficaces no afectan en duración del compostaje de cabello humano en una mezcla de 5% cabello humano con cascarilla de arroz y estiércol de cuy, el cual se tuvo tiempo promedio de 73 días.
2. Con respecto al rendimiento del compostaje los microorganismos, si influyó en el tratamiento 2 (38 ml) con 47.73%, pero con resultado mayor de 53.78% (testigo Sin EM).
3. Con respecto a los resultado físicos y químicos se obtuvo una media de pH de 7.77, CE de 22.36 mS/cm, C/N de 11.43/1, % H de 54.46%, K de 1.43%, P de 1.87%, y el análisis de varianza y prueba comparativa señaló resultado mejor de N de 1.92%, % MO de 38.30%, y la temperatura máxima lograda de 47 °C.
4. Con respecto al efecto biodegradador de microorganismos eficaces durante el proceso de compostaje del cabello no influye en la duración del tiempo, pero si en % N, % MO y rendimiento, pero no superior al tratamiento testigo, que obtuvo mejores resultados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para futuros trabajos de investigaciones, se da las siguientes recomendaciones:

1. Respecto al tiempo, se recomienda comprobar el resultado utilizando material verde o fresco.
2. También se recomienda lavar el material (estiércol de cuy) para ver su influencia en la duración y concentración de sales (reducir CE).
3. Poder granular más cabello y probar si tiende a mejorar más su degradación y niveles de nitrógeno.
4. También se recomienda utilizar materiales que puedan elevar la temperatura óptima del proceso (como la ceniza) y ver si influye en la composición química y física del compostaje.
5. Volver a usar el cabello que falta degradar para reintentar los tratamientos y observar sus valores físicos y químicos.
6. Reintentar los tratamientos con dosis mayor cabello para denotar si aumenta la concentración de valores químicos y físicos.

## REFERENCIAS

ABDULJAWAD, Tahani. Novel analytical techniques for the assessment of molecular and structural changes of human hair due to chemical modifications. Tesis (Doctor en Filosofía). S.I.: Universidad de Mánchester, 2019. Disponible en [https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/173347011/FULL\\_TEXT.PDF](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/173347011/FULL_TEXT.PDF)

ACIDIFICATION of manure reduces gaseous emissions and nutrient losses from subsequent composting process por Yubo Cao [et al]. Journal of Environmental Management [en línea]. Junio 2020, vol. 264. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110454>

ACTINOMYCETES: an unexplored microorganisms for plant growth promotion and biocontrol in vegetable crops por Anurag Chaurasia [et al]. World Journal of Microbiology and Biotechnology [en línea]. agosto 2018, vol. 34, n.o 9. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2517-5>

AMMONIUM inhibits performance of rhodopseudomonas palustris in cyanobacterial substrate por Yingying Tian [et al]. Polish Journal of Environmental Studies [en línea]. Agosto 2020, vol. 30, n.o 1. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.15244/pjoes/122165>  
ISSN: 2083-5906

BENJAWANAN, Lukkhana y CHAIKONGDEE, Tassanee. Co-composting of Hair Waste, Water Lettuce, Pig Manure and It's Effect to the Amaranth (Amaranthus hybridus L.) Growth. Diario agrícola del rey Mongkut [en línea]. 2019, vol. 37, n.o 3. [Fecha de consulta: 19 septiembre 2021]. Disponible en <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal/article/view/217151>  
ISSN: 2651-2203

BOHÓRQUEZ, Wilson, El proceso de compostaje [en línea]. Bogota: Universidad de la Salle, 2019. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-X\\_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq>manual+de+compostaje&ots=0IIR4Q5FC6](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq>manual+de+compostaje&ots=0IIR4Q5FC6)

<http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/161>  
&sig=1\_CeuwCf5oUbEx6gHoXKKDJLSRQ#v=onepage&q>manual%20de%20co  
mpostaje&f=false

CALLISAYA, Yoselin y FERNÁNDEZ, Cecilia. Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Apthapi* [en línea]. Diciembre 2017, vol. 3, n.o 3. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2021]. Disponible en <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/161>

ISSN: 2519-9382

CASTRO, Gustavo. y DAZA, Martha. Evaluación de enmiendas en el proceso de compostaje de residuos de curtiembres. *Producción + Limpia* [en línea]. Agosto 2016, vol. 11, n.o 1. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552016000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=)

ISSN: 1909-0455

CASTRO, Gustavo, DAZA, Martha. y MARMOLEJO, Luis. Evaluación de la adecuación de humedad en el compostaje de biorresiduos de origen municipal en la Planta de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS) del Municipio de Versalles, Valle del Cauca. *Gestión y Ambiente* [en línea]. Junio 2016, vol. 19, n.o 1. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doaj.org/article/2ba982337ff9461ebed9ecfd664cbac5>

ISSN: 2357-5905

CO-COMPOSTING of cow dung, municipal solid waste, roadside pond sediment and tannery sludge: role of human hair por Tanmoy Karak [et al]. *International Journal of Environmental Science and Technology* [en línea]. Noviembre 2017, vol. 14. [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1167-0>

ISSN: 1735-1472

Compostaje de biorresiduos: Tendencias de investigación y pertinencia en países en desarrollo por Jonathan Soto-Paz [et al]. *DYNA* [en línea]. Diciembre 2017, vol. 84, n.o 203. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2021]. Disponible en

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532017000400334&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000400334&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

ISSN: 0012-7353

COMPOSTING of tannery waste with cow manure and rice bran por Z. N. Lambu [et al]. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences [en línea]. Abril 2020, vol. 12, n.o 1. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4314/bajopas.v12i1.40S>

ISSN: 2006-6996

COMPOSTING treatment of fur waste originating from tannery por César Puente [et al]. *F1000Research 2020* [en línea]. Abril 2020, vol. 9, n.o 228. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.12688/f1000research.22244.1>

CREMENEAC, Larisa y BOCLACI, Tatiana. The role of efficient microorganisms in the process of obtaining the biocompost. Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development [en línea]. 2018, vol. 18, n.o 2. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2021]. Disponible en <http://managementjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/1643-the-role-of-efficient-microorganisms-in-the-process-of-obtaining-the-biocompost-1643#spucontentCitation18>

ISSN: 2285-3952

CRUZ VILLACORTA, L. Compostabilidad de pelos de vacuno procedentes del proceso de pelambre con excretas humanas deshidratadas. Tesis (Magister en Ciencias Ambientales). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2021. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4660>

CUEVAS, Diana. Plan Educativo para la Producción de Abono Orgánico Mediante Microorganismos Eficientes. Revista Scientific [en línea]. Febrero 2017, vol. 2, n.o 3. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.3.9.176-189>

ISSN: 2542-2987

EFFECTS of the blending ratio on the design of keratin/poly (Butylene succinate) nanofibers for drug delivery applications por Giulia Guidotti [et al]. Biomolecules [en



línea]. Agosto 2021, vol. 11, n.o 8. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/biom11081194>

FLORIDA, Nelino. y REATEGUI, Fernando. Compost based on feathers of chickens (gallus gallus domesticus). Livestock Research for Rural Development [en línea]. 2019. vol. 31, n.o 1. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd31/1/nelin31011.html>

GUAPULEMA, Julio. Diseño de un sistema de compostaje previa desulfuración a partir de los residuos del pelambre de la Curtiduría Serrano. Tesis (Título en Ingeniera Química). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/86114>

GUEVARA, Gladys, VERDESOTO, Alexis y CASTRO, Nelly. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Recimundo [en línea]. Julio 2020, vol. 4, n.o 3. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2021]. Disponible en <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1560>

ISSN: 2588-073X

HEAT potential, generation, recovery and utilization from composting: A review por Shiyang Fan [et al]. Resources, Conservation and Recycling [en línea]. Diciembre 2021, vol. 175. [Fecha de consulta: 05 de septiembre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021>

HOW Fast Does Hair Grow? Tips for Growth. YUEN, C. 07 de marzo 2019. Disponible en: <https://www.healthline.com/health/beauty-skin-care/grow-hair-faster>

HOW Much Does Hair Weigh?. YETMAN, D. 09 de marzo de 2021. Disponible en: <https://www.healthline.com/health/how-much-does-hair-weigh#wet-hair-weight>

JÁCOME, Guillermo. Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: microorganismos eficientes (ems) y trichoderma spp, como agentes aceleradores de compostaje. Universidad Politécnica Estatal del Carchi [en línea]. Noviembre 2015, vol. 1. [Fecha de consulta: 7 de septiembre de 2021]. Disponible en

<https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/tierrainfinita/article/download/86/117/445>

ISSN: 2602-8131

KERATIN protein-catalyzed nitroaldol (henry) reaction and comparison with other biopolymers por Marleen Häring [et al]. *Molecules* [en línea]. Septiembre 2016, vol. 21, n.o 9. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/molecules21091122>

ISSN: 1420-30497

LAMBAYEQUE: estadísticas ambientales, diciembre 2020. MINAM. Diciembre del 2020. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/lambayeque-estadisticas-ambientales-diciembre-2020>

Lambayeque, Reporte Estadístico Departamental, diciembre 2021. MINAM. Enero del 2022. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/lambayeque-reporte-estadistico-departamental-diciembre-2021>

LAMBAYEQUE: más de 4 mil toneladas de basura se recogieron de las calles de Chiclayo [en línea]. *El comercio.PE*. 5 febrero 2021. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/lambayeque-mas-de-4-mil-toneladas-de-basura-se-recogieron-de-las-calles-de-chiclayo-nnpp-noticia/>

MALANCU, Andreea-Mădălina, ȘTEFANIC, Gheorghe y CIONTU, Costică. Biodegradation of wool waste: theory and practical aspects. *Agronomy Series of Scientific Research / Lucrari Stiintifice Seria Agronomie* [en línea]. Enero 2019, vol. 62, n.o 1. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2021]. Disponible en <http://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/past-issues?id=936>

ISSN: 2285-5807

MARÍN, María, ARTOLA, Adriana y SÁNCHEZ, Antoni. Production of proteases from organic wastes by solid-state fermentation: downstream and zero waste strategies. *3 Biotech* [en línea]. Agosto 2018, vol. 8, n.o 4. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1226-y>

METODOLOGÍA de la investigación científica [en línea] por Arturo Andrés Hernández Escobar [et al]. S.l.: 3Ciencias, 2018. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2021]. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=y3NKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodología+de+la+investigación+científica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjXhMTh9rzAhVLGrkGHfgtBz0QuwV6BAgKEAg#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 8494825705

MITIGATION of carbon and nitrogen losses during pig manure composting: A meta-analysis por Zhi Zhang [et al]. Science of The Total Environment [en línea]. Agosto 2021, vol. 783, [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147103>

ISSN 0048-9697

NUMPAQUE, Ruth y VITERI, Sergio. Biotransformation of the residual hair from the tannery industry. Revista de Ciencias Agrícolas [en línea]. Diciembre 2016, vol. 33, n.o 2. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-01352016000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352016000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

ISSN 2256-2273

PERÚ: Indicadores de Gestión Municipal 2020. INEI. Febrero de 2021. Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1791/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1791/)

POTENTIAL probiotic of Lactobacillus strains isolated from the intestinal tracts of pigs and feces of dogs with antibacterial activity against multidrug-resistant pathogenic bacteria por Chuen-Fu Lin [et al]. Archives of Microbiology [en línea]. 2020, vol. 202, n.o 7. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s00203-020-01908-w>

PRODUCCIÓN y Aplicación de Compost con Alto Contenido de Nitrógeno Proveniente de un Residuo Orgánico Queratínico por Betina Galarza [et al]. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research [en línea]. Septiembre

2021, vol. 4, n.o 4. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/36935>

ISSN: 2595-573X

RIVERA, Ana. Producción de compost con diferentes concentraciones de cabello humano y su efecto en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), 2016. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2016. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/926>

ROMÁN, Pilar, MARTÍNEZ, María y PANTOJA, Alberto. Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina [en línea]. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

ISBN: 978-92-5-307845-5

SÁNCHEZ, Óscar, OSPINA, Diego. y MONTOYA, Sandra. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. Waste Management [en línea]. Noviembre 2017, vol. 69. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012>

ISSN: 0956-053X

STRAIGHT to the point: What do we know so far on hair straightening? Por Taynara Barreto [et al]. Skin Appendage Disorders [en línea]. Marzo 2021, vol. 7, n.o 4. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1159/000514367>

SUÁREZ, Oscar. Obtención de Queratina a partir de cabello humano para la formulación de un producto cosmético. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2018. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11528/1/T-UCE-0017-0031-2017.pdf>

TANYA, Mariuxi y LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola [en línea]. Abril-junio 2019, vol. 46, no. 2. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2021]. Disponible en <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-46-2019/no-2-abr-jun->

[2019/1155-microorganismos-eficientes-propiedades-funcionales-y-aplicaciones-agricolas](#)

ISSN: 2072-2001

TANNERY liming sludge in compost production: sustainable waste management por Abul Hashem [et al]. Biomass Conversion and Biorefinery [en línea]. Julio 2021, [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01759-5>

TORRES, Osmar. Compostaje de cabello humano utilizando microorganismos eficientes en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017. Tesis (Titulo en Ingenieria Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2995348>

VURUKONDA, Sai, GIOVANARDI, Davide y STEFANI, Emilio. Plant growth promoting and biocontrol activity of streptomyces spp. As endophytes. International Journal of Molecular Sciences [en línea]. Marzo 2018, vol. 19, n.o 4. [Fecha de Consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijms19040952>

ISSN: 1422-0067

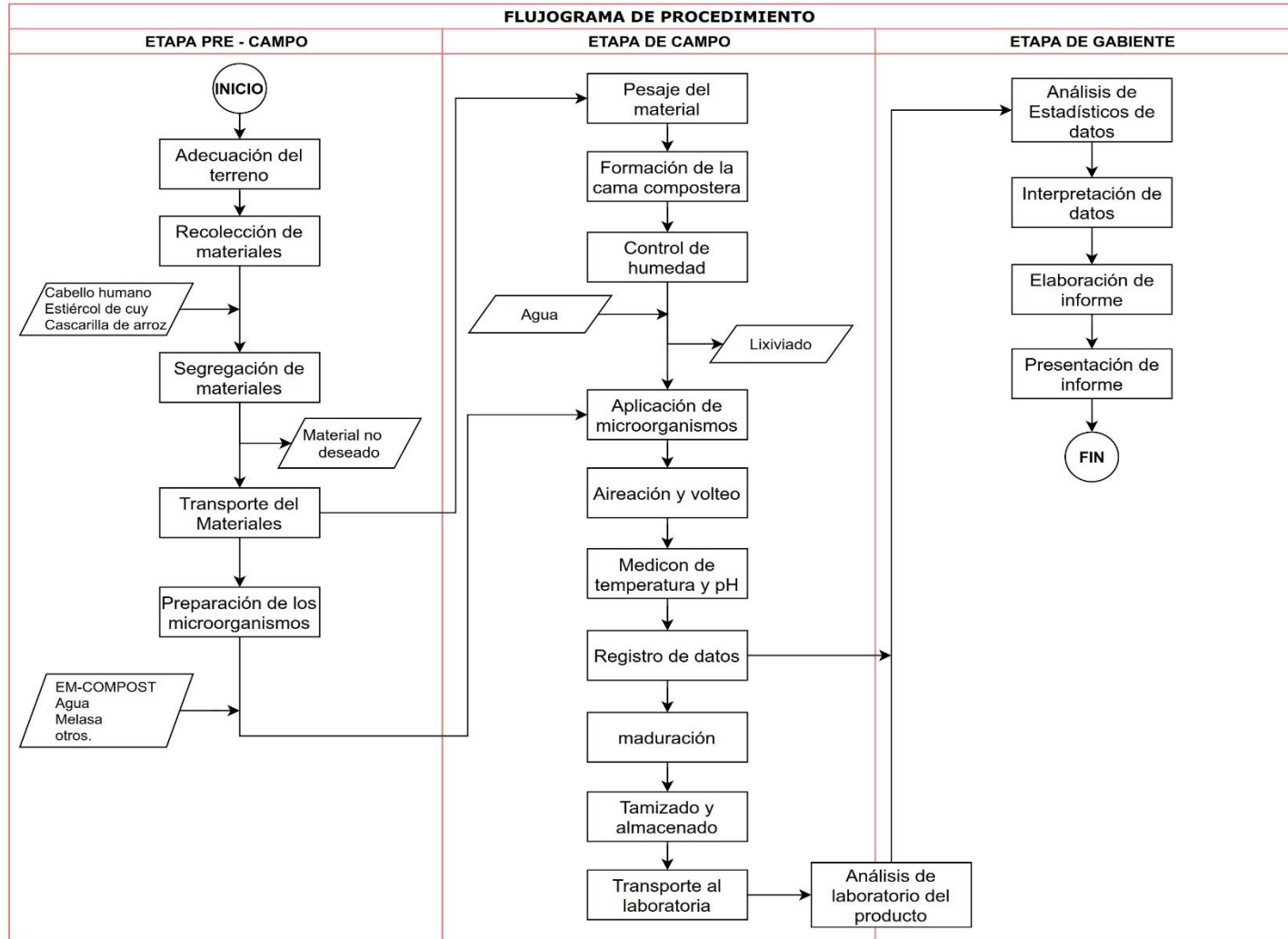
## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
<b>Microorganismos eficientes</b>	Grupo de microorganismos naturales, en ambientes con contenido de oxígeno (aerobio) y sin él (anaerobio), se han convertido en una tecnología selectiva. Estos grupos están conformados por bacterias como las ácido-lácticas, fotosintéticas, fijadoras de nitrógenos y otros; levaduras, actinomicetos y algunos hongos (Tanya y Leiva-Mora, 2019, p. 94)	Se Agregará un volumen determinado a cada tratamiento, para verificar su capacidad de degradación en un 1 kg. cabello humano.	Degradación	Tiempo	Días	Nominal
				MO	%	Razón
			EM activado	Dosis	38 ml 76 ml 380 ml	Razón
<b>Degradación del cabello durante el compostaje</b>	El compostaje es una técnica para el manejo de los residuos orgánicos, ya que su implementación no es muy costosa, esta tecnología transforma la materia orgánica en abono. El proceso destaca a los microorganismos que toman el sustrato orgánico y la degradan convirtiéndola en un fertilizante (Zhang et al., 2021, p. 2).	Se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones, 12 U.E., las cuales contendrán Estiércol de cuy, cáscara de arroz y cabello. Este proceso de compostaje tuvo una duración de 2 a 5 meses, Después se enviaron al laboratorio para su análisis físico y químico	Degradación del cabello	$(P_o - P_f) / P_o \times 100$	%	Razón
			Composición física	Temperatura	°C	Intervalo
				Conductividad eléctrica	mS/cm	Intervalo
			Composición química	Humedad	%	Razón
				N, P, K	%	Razón
				C/N	-	Intervalo
				pH	Básico Neutro Ácido	Intervalo
Rendimiento	$(V_f / V_o) \times 100$	%	Razón			

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Diagrama del proceso



Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3. Ficha de registro del pH

FICHA DE REGISTRO												
Operador:	Marco Antonio Irigoín Soplapuco											
Parámetro:	pH											
Operación:	Se extrae una porción de 10 gr. y se mezclará de 50 mL. de agua destilada, la medición fue directa con el instrumento.											
FECHA	TRATAMIENTOS											
	M <sub>1.1</sub>	M <sub>1.2</sub>	M <sub>1.3</sub>	M <sub>2.1</sub>	M <sub>2.2</sub>	M <sub>2.3</sub>	M <sub>3.1</sub>	M <sub>3.2</sub>	M <sub>3.3</sub>	M <sub>4.1</sub>	M <sub>4.2</sub>	M <sub>4.3</sub>
04/02/2022	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02
08/02/2022	8.40	8.32	8.46	8.23	8.38	8.35	8.52	8.49	8.35	8.60	8.52	8.28
12/02/2022	8.98	9.18	8.95	8.93	8.92	8.89	8.89	8.81	8.67	8.75	8.88	8.90
16/02/2022	8.88	9.07	9.03	8.99	8.94	8.78	9.12	8.81	8.60	9.10	8.80	8.90
20/02/2022	9.01	8.96	9.01	8.77	8.90	8.85	9.05	9.03	8.96	8.80	8.93	8.98
24/02/2022	9.10	9.12	9.07	9.14	8.96	9.13	9.17	9.12	8.92	8.83	8.90	9.09
28/02/2022	9.15	9.17	9.15	9.04	8.92	9.10	9.21	9.19	9.13	9.18	9.19	9.12
04/03/2022	9.11	9.10	8.99	9.09	8.82	8.98	9.13	8.83	9.02	9.12	8.99	8.86
08/03/2022	9.07	9.05	8.92	8.88	9.00	8.85	9.02	9.07	9.00	8.30	8.97	8.95
12/03/2022	9.02	9.08	9.05	9.08	8.92	8.99	9.10	9.01	8.88	8.73	9.10	8.95
16/03/2022	9.16	8.45	9.11	8.53	9.15	8.96	9.18	9.02	8.51	8.62	8.92	8.63
20/03/2022	8.68	8.73	8.93	8.47	8.85	8.59	8.92	8.02	8.96	8.59	8.89	8.71
24/03/2022	8.99	8.48	8.82	8.01	8.68	8.36	9.02	8.08	8.06	8.96	8.99	8.05
28/03/2022	8.79	7.92	8.56	7.86	8.47	8.50	8.88	8.86	8.91	8.92	8.97	7.87
01/04/2022	8.85	7.69	8.05	7.20	8.61	7.23	8.24	7.63	8.45	7.90	7.38	7.31
05/04/2022	8.38	7.11	7.72	8.02	8.18	8.14	8.48	8.54	7.44	8.32	7.04	7.40
09/04/2022	8.11	7.74	7.63	7.48	8.60	8.11	8.86	8.72	7.50	8.30	7.53	8.18
13/04/2022	7.92	7.58	7.70	7.45	8.62	8.07	8.71	8.62	7.44	8.31	7.37	8.10
17/04/2022	7.79	7.45	8.65	9.20	9.12	8.64	8.35	8.87	8.83	8.95	7.12	7.75
21/04/2022										8.63	7.15	7.80
<b>DIAS</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>72</b>
Observaciones:	<p>Con respecto al M4.1, se marcó con amarillo porque compostaje termino 4 días antes, pero era necesario para el promedio tratamiento.</p> <p>Se observó poco lixiviado, los materiales como estiércol de cuy y paja retuvieron agua.</p>											



## Anexo 4. Ficha de registro de la temperatura

FICHA DE REGISTRO												
Operador:	Marco Antonio Irigoien Soplapuco											
Parámetro:	Temperatura											
Operación:	La medición fue directa con el instrumento.											
FECHA	TRATAMIENTOS											
	M <sub>1.1</sub>	M <sub>1.2</sub>	M <sub>1.3</sub>	M <sub>2.1</sub>	M <sub>2.2</sub>	M <sub>2.3</sub>	M <sub>3.1</sub>	M <sub>3.2</sub>	M <sub>3.3</sub>	M <sub>4.1</sub>	M <sub>4.2</sub>	M <sub>4.3</sub>
04/02/2022	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1
08/02/2022	39.8	40.1	38.8	39.4	44.5	43.2	48.1	45.0	42.7	41.9	43.0	42.9
12/02/2022	49.2	47.9	45.0	41.2	42.7	42.6	50.1	46.1	41.4	43.3	47.4	46.1
16/02/2022	39.9	42.2	37.9	35.4	36.7	37.5	46.3	41.7	39.0	38.1	41.1	42.4
20/02/2022	36.3	38.6	38.7	36.6	34.4	35.6	39.9	40.4	35.4	36.4	34.6	35.8
24/02/2022	35.3	35.3	35.0	34.7	34.8	34.7	37.3	37.9	34.9	34.4	34.6	34.7
28/02/2022	36.1	35.1	34.8	34.6	34.2	34.0	36.6	36.2	36.1	34.5	34.8	34.5
04/03/2022	35.6	34.9	34.6	34.5	34.1	33.6	35.8	35.2	35.7	35.1	34.8	34.7
08/03/2022	34.5	34.6	34.7	34.3	34.2	34.5	34.2	34.4	34.3	34.5	34.0	34.9
12/03/2022	34.0	34.2	33.5	33.7	33.6	33.6	34.9	33.5	33.5	34.3	34.6	34.9
16/03/2022	33.1	34.3	32.6	33.1	32.5	33.1	33.6	33.5	33.2	33.9	34.3	33.4
20/03/2022	31.5	32.8	31.7	30.9	31.1	30.5	32.5	31.4	30.8	31.6	31.7	31.3
24/03/2022	31.5	30.6	31.0	29.9	30.0	30.5	31.4	32.2	31.6	31.2	31.6	30.7
28/03/2022	30.7	30.6	30.1	28.7	28.3	28.8	30.5	30.6	30.0	29.5	29.9	29.3
01/04/2022	29.7	29.3	29.2	27.8	27.9	28.1	29.1	29.9	29.5	28.4	28.6	29.4
05/04/2022	29.0	28.3	29.3	27.4	27.5	27.4	28.1	29.5	28.3	28.1	28.6	29.6
09/04/2022	28.0	27.3	28.1	27.0	26.9	26.6	28.2	28.8	27.7	28.1	28.6	27.1
13/04/2022	27.0	26.7	27.2	26.3	26.4	25.8	26.7	27.7	26.9	27.3	27.6	26.8
17/04/2022	25.6	25.4	25.7	25.3	25.0	24.1	24.8	25.8	25.5	26.2	26.2	25.6
21/04/2022										25.1	24.9	23.8
Altura final (cm.)	16.5 0	15.7 0	16.2 0	11.5 0	12.3 0	12.0 0	12.2 0	12.7 0	12.9 0	12.5 0	12.4 0	13.2 0
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.04 95	0.04 71	0.04 86	0.04 14	0.04 43	0.04 32	0.04 39	0.04 57	0.04 64	0.04 50	0.04 46	0.04 75
Peso del cabello final (kg.)	0.71 5	0.79 5	0.80 5	0.76 5	0.73 5	0.73 5	0.83 5	0.82 5	0.73 5	0.76 5	0.77 5	0.68 5
Observaciones:	<p>Se aplico 4 dosis de EM activado (4, 12, 20, 28 de febrero) y se tuvo que reducir su dilución en agua por que generaba más humedad al compostaje.</p> <p>Durante da 9 al 11 de febrero se presentó temperaturas mayores de 50 °C, pero se omitió ya que se registra cada 4 días</p> <p>Respecto al M<sub>4.1</sub>, se marcó con amarillo porque compostaje termino 4 días antes, pero era necesario para el promedio tratamiento.</p>											

## Anexo 4. Evidencia



Figura 11. EM -COMPOST activado.



Figura 12. Aplicación del EM-COMPOST.



Figura 13. Tratamientos y repeticiones.



Figura 14. Medición de la temperatura



Figura 15. EM- COMPOST e insumos.



Figura 16. Medición del pH.



Figura 17. Compostaje embolsado y codificado.



*Figura 18. Tamizado del compostaje*



*Figura 18. Entrega de compost al laboratorio*

## Anexo 4. Ficha técnica y activación del EM-COMPOST



### FICHA TÉCNICA

#### EM•COMPOST® MICROORGANISMOS EFICACES™

##### 1. ORIGEN

El **EM•COMPOST®** es un inoculante biológico que fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 143 países a nivel mundial.

##### 2. DESCRIPCIÓN

El **EM•COMPOST®** es un inoculante biológico para las plantas, elaborado a base de microorganismos con acción simbiótica, para promover el crecimiento de las plantas y prevenir la presencia de plagas y enfermedades.

Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados.

El contacto con este producto no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales.

##### 3. CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

- Bacterias Acidolácticas >  $1.0 \times 10^5$
- Bacterias Fototróficas >  $1.2 \times 10^5$
- Levaduras >  $1.1 \times 10^5$
- Enzimas

##### 4. DATOS FÍSICOS

- **Apariencia:** líquido color marrón-amarillo
- **Olor:** Fermento-agradable
- **pH:** 3.5



Jr. Nicolás Alcázar N°764,  
Pueblo Libre, Lima  
☎ 951446120 /943603740 /952086694  
☎ 01-4630329  
✉ administracion@bioem.com.pe  
🌐 www.bioem.com.pe | www.emrojapan.com  
📌 EM-Microorganismos Eficaces Perú  
📌 PROEM1 Probiótico

Fuente: BIOEM



#### 5. INOCUIDAD:

- Producto con certificación orgánica (Control unión Perú). 100 % natural y no manipulado genéticamente, amigable con el medioambiente e inocuo para personas, animales y plantas.
- Producto no corrosivo, seguro para todo tipo de instalaciones y materiales.
- Temperatura de operación: 5° C a 55° C
- pH de operación: 3 a 9.
- Solubilidad: todas las proporciones en agua dulce y salada

#### 6. COMPATIBILIDAD

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.
- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (fungicidas, insecticidas y bactericidas).

#### 7. USOS

Concentrado de microorganismos eficaces y enzimas para degradar materia orgánica y reducir malos olores. Promueven procesos de fermentación benéfica y equilibrio de la flora microbiana.

#### 8. ACTIVACIÓN

El **EM•COMPOST**<sup>®</sup> está en latencia (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo.

El activado consiste en 5% de **EM•COMPOST**<sup>®</sup> y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja reposar la mezcla durante siete días. Un olor agríndice y un pH de 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo.

#### 9. DOSIS DE APLICACIÓN

- Se recomienda usar 20 litros **EM•COMPOST**<sup>®</sup> Activado por cada 10 TM de materia orgánica a compostar.
- 20 litros **EM•COMPOST**<sup>®</sup> Activado por hectárea vía sistema de riego.

#### 10. FRECUENCIA DE APLICACIÓN

- Se recomienda hacer entre 4-6 aplicaciones.

Para mayor información, contactar con nuestro equipo técnico.

Atentamente

[www.bioem.com.pe](http://www.bioem.com.pe) [www.em-la.com](http://www.em-la.com)

[www.emrojapan.com](http://www.emrojapan.com)



© Jr. Nicolás Alcázar N°764,  
Pueblo Libre, Lima  
☎ 951446120 /943603740 /952086694  
☎ 01-4630329  
✉ administracion@bioem.com.pe  
🌐 [www.bioem.com.pe](http://www.bioem.com.pe) | [www.emrojapan.com](http://www.emrojapan.com)  
📌 EM-Microorganismos Eficaces Perú  
📌 PROEM1 Probiótico

Fuente: BIOEM



# EMPRESA ECOLOGICA DEL NORTE M. & G.

Excelencia en Producción Orgánica

## ACTIVACION EM-COMPOST

### APLICACION AL COMPOST Y SUELO

#### ELABORACION DE EM-COMPOST ACTIVADO (MICROORGANISMOS EFICACES)

- **VENTAJAS**

- Acelera la descomposición de la materia orgánica e incrementa la calidad nutricional y Biológica del compost.
- Reduce los malos olores y presencia de moscas
- Suprime la población de nematodos y patógenos en el suelo.
- Reduce la salinidad.

- **INSUMOS**

- 1 litro de melaza
- 1 litro de EM-COMPOST
- 30 gr. de sal natural
- 1 kg. de Roca Diatomea

- **PREPARACION**

En un balde con tapa colocar los 18 litros de agua limpia (Sin Cloro)

- |               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| Agregar       | 18 litros de agua sin cloro |
| Melaza        | 1 litro.                    |
| Sal mineral   | 30 gr.                      |
| Roca Diatomea | 01 kg.                      |
| EM – Compost  | 1 litro                     |

Cerrar herméticamente el recipiente. Dejar reposar por 7 días para la activación.

- **APLICACIÓN EN LA ELABORACION DEL COMPOST**

3-4 aplicaciones al volteo cada 8 días 1lt./mochila de 20 lt. / TM. de materia orgánica ó 1 lt. /mochila con 10 lt. de agua/ TM. de materia orgánica según la humedad del material.

\*Rinde de 5-6 TM. de materia orgánica

- **APLICACION AL SUELO: POBLACION MICROBIANA**

Dosis: 60-80 Lt. de EM-COMPOST ACTIVADO, agregar 3-4 kg. de Melaza de caña de azucar, 2 Kg. de Harina de Silicio.



Dirección: Manuel Samillán Baca N° 206 - Lambayeque  
San Felipe Santiago N° 647-Bagua Grande-Utcubamba-Amazonas.

e-mail: [esch0102@hotmail.com](mailto:esch0102@hotmail.com)  
RPM. #979937212  
Cel. Mov. 979937212 Claro 942331546

Fuente: BIOEM

## Anexo 4. Análisis de laboratorio



### INFORME DE ENSAYO N° 05001-22/AB/VISTA FLORIDA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	MARCO ANTONIO IRIGOIN SOPLAPUCO
Propietario / Productor	:	MARCO ANTONIO IRIGOIN SOPLAPUCO
Dirección del cliente	:	TUMÁN
Solicitado por	:	MARCO ANTONIO IRIGOIN SOPLAPUCO
Muestreado por	:	Muestreado por el cliente
Número de muestra(s)	:	12 muestras de compostaje
Producto declarado	:	Compostaje
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Tuman
Fecha(s) de muestreo	:	2/05/2022
Fecha de recepción de muestra(s)	:	3/05/2022
Lugar de ensayo	:	Labsaf-Vista Florida
Fecha(s) de análisis	:	20/05/2022
Cotización del servicio	:	071-22-VF
Fecha de emisión	:	24/05/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	AB006-VF-22	AB007-VF-22	AB008-VF-22	AB009-VF-22	AB010-VF-22	AB011-VF-22		
Matriz Analizada	Abono	Abono	Abono	Abono	Abono	Abono		
Fecha de Muestreo	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente		
Condición de la muestra	seca	seca	seca	seca	seca	seca		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M 1 -1	M 1 -2	M 1 -3	M 2 -1	M 2 -2	M 2 -3		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>						
pH	unid. pH	--	7.55	7.15	7.50	8.20	8.30	8.00
Conductividad	mS/m	--	2,264.00	2,490.00	2,604.00	2,208.00	1,812.00	1,755.00
Materia Orgánica	%	--	40.56	38.70	35.65	29.66	28.10	32.90
Nitrogeno	%	--	2.08	1.90	1.78	1.57	1.53	1.62
Fósforo (P2O5)	%	--	1.86	1.82	1.74	1.70	1.79	2.06
Potasio(K2O)	%	--	1.57	1.52	1.37	1.26	1.32	1.50
Calcio (CaO)	%	--	3.49	3.46	3.35	3.55	2.63	3.06
Magnesio (MgO)	%	--	1.02	0.95	1.12	0.97	1.07	1.25
Materia Seca	%	--	42.90	42.41	45.60	47.56	50.23	44.93
Humedad	%	--	57.10	57.59	54.40	52.44	49.77	55.07
Cenizas	%	--	19.70	17.52	17.90	17.95	15.79	17.78
Carbono	%	--	23.52	22.45	20.68	17.20	16.30	19.08
Relación C/N	%	--	11.31	11.82	11.62	10.96	10.65	11.78

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Materia Organica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	Manual de laboratorio
Fósforo(P2O5)	Manual de laboratorio
Potasio(K2O)	Manual de laboratorio
Calcio (CaO)	Manual de laboratorio
Magnesio (MgO)	Manual de laboratorio
Materia Seca	Manual de laboratorio

Fuente: LABSAF Vista Florida

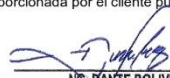


**INFORME DE ENSAYO**  
N° 05001-22/AB/VISTA FLORIDA

Cenizas	Manual de laboratorio
Humedad	Manual de laboratorio
Carbono	Manual de laboratorio
Relación C/N	Manual de laboratorio

**IV. CONSIDERACIONES**

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C



NS. DANTE BOLIVIA DIAZ  
Firma  
Laboratorio de Química

Nombre del quien autoriza

Cargo de quien Autoriza

FIN DE INFORME DE ENSAYO



## INFORME DE ENSAYO

### N° 05001-22/AB/VISTA FLORIDA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : MARCO ANTONIO IRIGOIN SOPLAPUCO  
 Propietario / Productor : MARCO ANTONIO IRIGOIN SOPLAPUCO  
 Dirección del cliente : TUMÁN  
 Solicitado por : MARCO ANTONIO IRIGOIN SOPLAPUCO  
 Muestreado por : Muestreado por el cliente  
 Número de muestra(s) : 12 muestras de compostaje  
 Producto declarado : Compostaje  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente  
 Procedencia de muestra(s) : Tuman  
 Fecha(s) de muestreo : 2/05/2022  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 3/05/2022  
 Lugar de ensayo : Labsaf-Vista Florida  
 Fecha(s) de análisis : 20/05/2022  
 Cotización del servicio : 071-22-VF  
 Fecha de emisión : 24/05/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	7	8	9	10	11	12		
<b>Código de Laboratorio</b>	AB012-VF-22	AB013-VF-22	AB014-VF-22	AB015-VF-22	AB016-VF-22	AB017-VF-22		
<b>Matriz Analizada</b>	Abono	Abono	Abono	Abono	Abono	Abono		
<b>Fecha de Muestreo</b>	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03	2022-05-03		
<b>Hora de Inicio de Muestreo (h)</b>	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente	No indica el cliente		
<b>Condición de la muestra</b>	seca	seca	seca	seca	seca	seca		
<b>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente</b>	M3-1	M3-2	M3-3	M4-1	M4-2	M4-3		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>						
pH	unid. pH	--	7.40	7.95	7.95	8.10	7.50	7.60
Conductividad	mS/m	--	2,944.00	2,490.00	1,812.00	20.38	23.78	20.38
Materia Orgánica	%	--	33.52	34.85	31.60	32.86	31.97	27.86
Nitrogeno	%	--	1.66	1.74	1.58	1.68	1.60	1.45
Fósforo (P2O5)	%	--	1.79	2.13	1.86	1.92	1.86	1.92
Potasio(K2O)	%	--	1.45	1.48	1.40	1.47	1.38	1.40
Calcio (CaO)	%	--	3.28	2.83	3.92	3.26	3.13	3.68
Magnesio (MgO)	%	--	1.20	1.13	1.27	1.22	1.28	2.19
Materia Seca	%	--	40.55	43.35	48.58	47.17	47.20	44.13
Humedad	%	--	59.45	56.65	51.42	52.83	52.80	55.87
Cenizas	%	--	16.12	15.50	18.75	14.70	17.20	18.43
Carbono	%	--	19.44	20.21	18.32	19.06	18.54	16.17
Relación C/N	%	--	11.71	11.61	11.59	11.35	11.59	11.45

#### III. METODOLOGIA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Materia Organica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	Manual de laboratorio
Fósforo(P2O5)	Manual de laboratorio
Potasio(K2O)	Manual de laboratorio
Calcio (CaO)	Manual de laboratorio
Magnesio (MgO)	Manual de laboratorio
Materia Seca	Manual de laboratorio

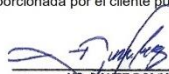
Fuente: LABSAF Vista Florida

**INFORME DE ENSAYO**  
N° 05001-22/AB/VISTA FLORIDA

Cenizas	Manual de laboratorio
Humedad	Manual de laboratorio
Carbono	Manual de laboratorio
Relación C/N	Manual de laboratorio

**IV. CONSIDERACIONES**

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C



DR. DANTE BOLIVIA DIAZ  
Ingeniero Químico  
Laboratorio de Química  
Instituto de Investigación y Desarrollo

Nombre del quien autoriza

Cargo de quien Autoriza

FIN DE INFORME DE ENSAYO



# Anexo 4. Boleta de venta del laboratorio



R/1167

**Datos del documento**  
 Tipo de documento: BOLETA DE VENTA ELECTRONICA  
 Serie y correlativo: B001-4628  
 Fecha: 06-05-2022  
 Hora: 07:40:49

Datos del emisor		Adquiriente / Usuario	
RUC: 20538977030 Nombre: ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA - LAMBAYEQUE Dirección: Km. 08 Carretera Chiclayo - Ferreñafe, PICSÍ, CHICLAYO, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE Sucursal: EEA, VISTA FLORIDA Telefono:		Identificación: DNI - DOCUMENTO DE NACIONAL DE IDENTIDAD Número de identificación: 48216539 Nombre: IRIGOIN SOPLAPUCO MARCO ANTONIO Dirección: TUMAN, CHICLAYO, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE, PERÚ	

Cantidad	Unidad	Código	Código SUNAT	Descripción	Valor unitario	Importe
12.000	UNIDAD	00007	0	ANÁLISIS COMPLETO DE ABONOS ORGÁNICOS	S/ 110,1684915254	S/ 1,322.03

**Información adicional**  
 O/VTA 001-0071  
 LAB. AGUAS Y SUELOS  
 Monto en letra: **UN MIL QUINIENTOS SESENTA Y 00/100 SOLES**

**Total impuestos**  
 Total IGV 18%: S/ 237.97

**Totales del documento**  
 Total Gravadas: S/ 1,322.03  
 Importe total de la venta: S/ 1,560.00

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 EEA VISTA FLORIDA  
 LAMBAYEQUE  
**CANCELADO**  
 FECHA: \_\_\_\_\_



Representación impresa de una boleta de venta electrónica  
 Documento generado por **THE FACTORY HKA**  
 Tel. (511) 719 3650 - <https://facturaose.theactoryhka.com.pe/>  
 Puede descargar su comprobante desde el sitio:  
<https://factura.theactoryhka.com.pe/consultadocumentos>