



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Compostaje de cabello humano utilizando microorganismos eficientes en la  
Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017

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

Ingeniero Ambiental

**AUTOR**

OSMAR JUNIOR TORRES LUQUE

**ASESOR**

MSc. QUIJANO PACHECO, WILBER SAMUEL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

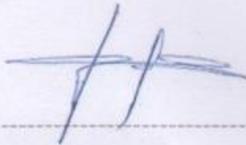
LIMA - PERU

2017 - I

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Osmar Junior, Torres Luque** cuyo título es: "**Compostaje de cabello humano utilizando microorganismos eficientes en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017**"

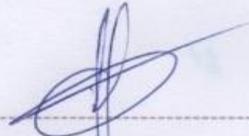
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13(Número) TRECE (Letras).

Lima Este, 29 de Julio del 2017



Dr. JOSE ELOY CUELLAR

PRESIDENTE



Dr. MILTON TULLME CHAVESTA

SECRETARIO



Msc. WILBER QUIJANO PACHECO

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

Este estudio va dedicado a mis padres, a mi hermanita, a mis abuelitos y a la madre tierra los cuales siempre me han apoyado siempre a seguir mis metas y sueños.

## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo por motivarme a seguir estudiar a través de los profesores, también quiero agradecer a las señoras del mercado señor de milagros, a las señoras estilistas, mi asesor y a mi abuelo quienes me apoyaron en mi estudio, muchas gracias.

## DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Osmar Junior Torres Luque con DNI N° 75540515, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



---

**Torres Luque**  
**Osmar Junior**

Lima, 06 de Mayo del 2017

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Compostaje de Cabello Humano utilizando Microorganismos Eficientes en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Osmar Junior Torres Luque

## INDICE

### CARATULA

Título Autor

Asesor

Línea de investigación

### PAGINAS PRELIMINARES

Página del jurado

Dedicatoria ..... I

Agradecimiento ..... II

Declaratoria de autenticidad ..... III

Presentación ..... IV

Índice ..... V

**RESUMEN** ..... VIII

**ABSTRACT** ..... IX

**I. INTRODUCCIÓN** ..... 1

1.1. Realidad Problemática ..... 2

1.2. Trabajos previos ..... 2

1.3. Teorías relacionadas al tema ..... 6

1.4. Formulación del problema ..... 23

1.5. Justificación del estudio ..... 23

1.6. Hipótesis ..... 24

1.7. Objetivo ..... 25

**II. MÉTODO** ..... 26

2.1. Diseño de investigación ..... 26

2.2. Variables, operacionalización ..... 26

2.3. Población y muestra ..... 27

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..... 27

2.5. Métodos de análisis de datos ..... 34

2.6. Aspectos éticos ..... 35

**III. RESULTADOS** ..... 36

**IV. DISCUSIÓN**

**V. CONCLUSIÓN**

**VI. RECOMENDACIONES**

**VII. REFERENCIAS**

**ANEXOS**

## Índice de cuadros

Cuadro N°1: Numero de botaderos por vertiente .....	7
Cuadro N°2: Parámetro de humedad .....	11
Cuadro N°3: Parámetros óptimos de pH .....	12
Cuadro N°4: Relación carbono: nitrógeno .....	14
Cuadro N°5: Aminoácidos del cabello humano .....	17
Cuadro N°6: Tratamientos a aplicarse .....	29
Cuadro N°7: Relación Carbono: nitrógeno .....	29
Cuadro N°8: Características del ensayo .....	34
Cuadro N°9: Registro de temperatura durante el proceso de compostaje .....	36
Cuadro N°10: Registro de ph en el proceso de compostaje .....	37
Cuadro N°11: Valores del rendimiento del compost .....	38
Cuadro N°12: ANOVA para el rendimiento de compostaje .....	38
Cuadro N°13: Prueba de Duncan (5%) .....	38
Cuadro N°14: Valores de conductividad eléctrica del compost .....	39
Cuadro N°15: Anova de la conductividad eléctrica .....	39
Cuadro N°16: Prueba de Duncan al 5% para la variable C.E. ....	40
Cuadro N°17: Valores del rendimiento del compost .....	41
Cuadro N°18: ANOVA para el rendimiento de compostaje .....	41
Cuadro N°19: Prueba de Duncan (5%) de para la variable rendimiento .....	40
Cuadro N°20: Valores de M.O. del proceso de compostaje, 2 meses .....	42
Cuadro N°21: ANOVA para los datos de contenido M.O. del compost, 2 meses	43
Cuadro N°22: Prueba de Duncan al 5% para la variable M.O., 2 meses .....	43
Cuadro N°23: Valores de M.O. del proceso de compostaje, 4 meses .....	44
Cuadro N°24: ANOVA para los datos de % M.O. del compost, 4 meses .....	44
Cuadro N°25: Prueba de Duncan al 5% para la variable M.O., 4 meses .....	45
Cuadro N°26: Valores % Humedad en el compost .....	46
Cuadro N°27: ANOVA para los datos % Humedad en el compost .....	46
Cuadro N°28: Prueba de Duncan al 5% para la variable % Humedad .....	46
Cuadro N°29: Valores de contenido de nitrógeno en el compost .....	47
Cuadro N°30: ANOVA para los datos contenido de nitrógeno en el compost	48
Cuadro N°31: Prueba de Duncan al 5% para la variable contenido de N.	48
Cuadro N°32: Valores de contenido de nitrógeno en el compost .....	49
Cuadro N°33: ANOVA para los datos contenido de potasio .....	49
Cuadro N°34: Prueba de Duncan al 5% para la variable contenido de potasio	49
Cuadro N°35: Valores de contenido de fósforo en el compost .....	50
Cuadro N°36: ANOVA para los datos contenido de fósforo .....	51
Cuadro N°37: Prueba de Duncan al 5% para la variable contenido de fósforo ..	51
Cuadro N°38: Resumen de los parámetros físicos y químicos .....	52

## Índice de gráficos

Grafico N° 1: Botadero de residuos sólidos a orillas del rio Huallaga .....	7
Gráfico N° 2: Proceso de Compostaje .....	8
Gráfico N° 3: Fases del compostaje .....	10
Gráfico N° 4: Composición química del cabello .....	16
Gráfico N° 5: Sección transversal del cabello .....	18
Gráfico N° 6: Modalidades de volteo .....	18

Gráfico N° 7: Sistema windrow #1 .....	19
Gráfico N° 8: Sistema windrow #2 .....	19
Gráfico N° 9: Sistema aireado pasivamente .....	20
Gráfico N° 10: Sistema de aireación forzada .....	20
Gráfico N° 11: Sistema de recipiente o reactor .....	21
Gráfico N° 12: Tipos de recipiente .....	22
Gráfico N° 13: Comparación de tecnologías de compostaje .....	22
Gráfico N° 14: Urbanización Canto Bello .....	28
Gráfico N° 15: Unidades experimentales .....	35
Gráfico N° 16: Curva de comportamiento de la temperatura en el proceso de compostaje .....	36
Gráfico N°17: Curva de comportamiento del Ph en el proceso de compostaje..	37
Gráfico N°18: Comparación de medias para el pH del compost.....	39
Gráfico N°19: Valores de medias de conductividad eléctrica .....	40
Gráfico N°20: Media del rendimiento del compost .....	42
Gráfico N°21: Valores de las medias de contenido de M.O.-2 meses .....	43
Gráfico N°22: Valores de las medias de % materia orgánica, 4 meses .....	45
Gráfico N°23: Valores de las medias de % Humedad .....	47
Gráfico N°24: Valores de las medias del contenido de nitrógeno del compost	48
Gráfico N°25: Valores de las medias del contenido de potasio del compost ..	50
Gráfico N°26: Valores de las medias del contenido de fósforo del compost ..	51

### **Índice de Fotografías**

Fotografía N°1: Parcelas de compostaje .....	29
Fotografía N°2: Mercado Señor de los Milagros .....	30
Fotografía N°3: Salones de Belleza .....	30
Fotografía N° 4: Almacenamiento del cabello .....	31
Fotografía N° 5: Medición de la temperatura .....	32
Fotografía N° 6: Medición del pH .....	32
Fotografía N°7: Desecador .....	33
Fotografía N°8: Balanza electrónica .....	33
Fotografía N°9: Estufa .....	33
Fotografía N°10: Mufla .....	33

### **Índice de Anexos**

Anexo 1: Generación anual de residuos en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2013 – 2015 .....	61
Anexo 2: Generación Per Cápita de residuos sólidos en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2013 - 2015 .....	61
Anexo 3: Generación Tn/día de residuos sólidos en el distrito de San Juan de Lurigancho .....	61
Anexo 4: Mapa de generación anual de residuos en el en la provincia de Lima	62
Anexo 5: Ficha de parámetros in situ de pH .....	63
Anexo 6: Ficha de parámetros in situ de Temperatura .....	63
Anexo 7: Informe de Análisis Químico de las muestras de Compost .....	64

## RESUMEN

El proyecto de investigación titulado “Compostaje de cabello humano utilizando microorganismo eficientes en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017” tiene como objetivo evaluar el compost de cabello humano utilizando microorganismos eficientes, el cual permitirá dar una alternativa de solución económica a los residuos sólidos urbanos reutilizándolos para la producción de abonos orgánicos, de esta manera se podrá gestionar los residuos adecuadamente mitigando la contaminación ambiental. El proceso se inició con la recolección de los insumos, luego se puso en marcha el proceso de compostaje, la cual llevo un periodo de 16 semanas, se usó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones, cada unidad experimental estuvo conformada por 6.7 kg, se emplearon 3 dosis de cabello humano: 15%, 22% y 37 % y microorganismo eficientes 1Lt., 2 Lts. y 3 Lts. respectivamente, complementado con restos de comida y aserrín. Obteniendo como resultado que el T1 (1 Lt. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín) presenta mejores resultados con respecto a la composición química por tener mayor concentración de macro nutrientes con valores de 2266 ppm o 0.22% de N, 559 ppm o 0.056% de K y 47.27 ppm o 0.0047% de P, materia orgánica de 6.81%, conductividad eléctrica de 1.24 mS/cm y un rendimiento de 92.81%. En conclusión se determinó que el cabello humano aporta en la concentración de Nitrógeno y Materia Orgánica, además al finalizar el proceso de compostaje se degrado el 60% de cabello humano, quedando un 40% para la reutilización en la producción de compost o humus.

**Palabras claves:** Microorganismo eficientes, compostaje, residuos sólidos y contaminación ambiental.

## ABSTRACT

The research project entitled "Human hair composting using efficient microorganisms in the Urbanization Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017" aims to evaluate the human hair compound using efficient microorganisms, reusable urban solids for the production of organic fertilizers, of this Waste can be properly managed by mitigating environmental pollution. The process was started with the collection of the inputs, then started the composting process, which took a period of 16 weeks, was used a design completely with 4 treatments and 3 replicates, each experimental unit was conformed by 6.7 kg, 3 doses of human hair were used: 15%, 22% and 37% and efficient microorganisms 1Lt., 2 Lts. And 3 Lts. respectively, complemented with food scraps and sawdust. As a result, T1 (1 Lt. Efficient microorganisms + 15% human hair + 75% domestic waste + 10% sawdust) has better results with respect to the chemical composition because it has a higher concentration of macro nutrients with values of 2266 ppm or 0.22 % Of N, 559 ppm or 0.056% of K and 47.27 ppm or 0.0047% of P, organic matter of 6.81%, electrical conductivity of 1.24 mS / cm and a yield of 92.81%. In conclusion, it was determined that human hair contributes to the concentration of Nitrogen and Organic Matter, and at the end of the composting process, 60% of human hair is degraded, leaving 40% for reuse in the production of compost or humus.

**Keywords:** Efficient microorganisms, composting, solid waste and environmental pollution.

## INTRODUCCIÓN

La elaboración de compost se viene desarrollando desde tiempos inmemorables ya que la naturaleza genera abono a través de sus procesos cíclicos. Así, los agricultores de distintas culturas desde la antigüedad han desarrollado y mejorado esta manera de producir abono entendiendo como el medio natural descompone los restos orgánicos, con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental (Álvarez, J. 2009, pág. 4). El principio del compostaje se basa en la acción de microorganismos, mayormente aeróbicos, los cuales son los responsables de la mayor parte de la producción del compost.

El desarrollo del compostaje se define como una disgregación biológica y la estabilización de la materia orgánica, bajo circunstancias que permitan un acrecentamiento de temperaturas termofílicas como resultado de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos y semillas de malas hierbas y que usado al terreno produce un beneficio. Durante esta etapa suceden una serie de fases diferenciadas por la acción de diversos organismos, existiendo una estrecha relación entre la temperatura, el pH y el tipo de microorganismos que actúa en cada fase. La composición química del cabello es en promedio 51% Carbono, 21% Oxígeno, 6% Hidrógeno, 17% Nitrógeno y 5% azufre, esta puede variar según el color, además que el cabello contiene en su estructura cerca de 91% proteína, están compuestas por largas cadenas de aminoácidos, las cuales están unidas por los extremos mediante enlaces químicos llamados enlaces peptídicos o enlaces terminales, elementos que mediante el proceso de compostaje se puede aprovechar para generación de abonos orgánicos.

La utilización de microorganismo hoy en día es indispensable en la agricultura, ya que acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica en el suelo ayudando a las plantas en la captación de nutrientes, mejorando así la producción. Los microorganismos eficientes son un conjunto de cultivos de bacterias benéficas naturales (Bacterias fotosintéticas, acidolácticas y levaduras) cumplen un gran rol en el mejoramiento de la estructura y la fertilidad del suelo, resistencia de los cultivos contra las plagas y enfermedades.

## **1.1. Realidad Problemática**

En el distrito de San Juan de Lurigancho la producción de abonos orgánicos es mínima, ya que no es un distrito que se destaca por la actividad agrícola (Informe de la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho, 2014, pág. 59), además según el último estudio realizado por el INEI, (2015) menciona que Lima Metropolitana generó alrededor de 2 millones 828 mil 128 Toneladas de Residuos Sólidos en el año 2014, mientras que, en el año 2013 fue de 2 millones 759 mil 701 toneladas, esto significó un acrecentamiento de 2,5%. El distrito que más aportó a la generación de basura fue San Juan de Lurigancho con 9,2% respecto del total; de los cuales el 50% aproximadamente son residuos orgánicos. Estas materias primas si no se procesadas correctamente se van a ir acumulando y generando un gran impacto al medio ambiente, perdiendo su valor como recurso valioso en la obtención de compost.

Hoy en día el cabello que se elimina en los salones de belleza está incrementando la cantidad de residuos sólidos en los rellenos sanitarios. En las grandes ciudades que una gran cantidad de residuos, el cabello humano es eliminado en los vertederos municipales aumentando así la contaminación ambiental. El cabello está compuesto por: 28% de proteínas, 2% de lípidos y 70% de agua, sales y otras sustancias, las proteínas capilares contienen en su mayoría queratina, y tienen mayor contenido en azufre (5,2%), que la queratina de la piel (0,3 a 1%), debido a su composición química no se degrada o descompone fácilmente, esto conlleva a que este tipo de desechos sólidos continúen en los rellenos sanitarios sin disminuir su volumen, disminuyendo así la vida útil de estos.

## **1.2. Trabajos Previos**

Como antecedente menciono la tesis de Jácome, G. (2013): "Elaboración de compost a través del cabello humano aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismo Eficiente y *Trichoderma* spp. Como agente aceleradores de compostaje" el cual consta de la recolección de materia prima (cabello), que fue sometida al proceso de compostaje por 16 semanas. Empleo un diseño al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, el tratamiento 2 fue el más eficiente (2% Microorganismos Eficientes + 10% Cabello Humano + 24% Estiércol de cuy + 64%

Poda de Pasto) fue la ideal para la obtención de una concentración óptima de macronutrientes, elementos secundarios y micronutrientes, además que el costo de producción por kilogramo obtuvo un valor de 0.007 USD.

Buendía, H. (2012) en la tesis titulada: “Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol” en la cual utilizó el compost como biorremediador, con tres repeticiones y 12 tratamientos un total de 36 macetas experimentales, para lo cual empleó estiércol y aserrines como sustrato a la planta indicadora de maíz, sembrados y controlados por un periodo de tiempo de 2 meses. Los resultados fueron que la dosificación de compost de aserrín y estiércol al suelo contaminado por hidrocarburos disminuyó 22.5% el contenido de hidrocarburos en el suelo, empleando solo estiércol disminuyó 16.5% y usando solamente aserrines disminuyó 9.6%. Comparando los tratamientos del experimento el que mejor ha remediado los suelos fue el tratamiento (T3) suelo contaminado más vacaza más aserrín de bolaina, puesto que la concentración inicial de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) fue de 21.81 gr de TPH/kg de suelo, ha disminuido en 16.28 gr de TPH/kg de suelo, que representa una disminución del 25%.

Arenas, R. et. al. (2002) en el proyecto de investigación titulada: “Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos Áreas Verdes para la elaboración de Compost en el distrito de los Olivos 2002”. El cual consta en el estudio de caracterización de los residuos sólidos urbanos y áreas verdes, dando así alternativas de tratamiento. Se obtuvo como resultado que la composición orgánica de los residuos sólidos generados es más del 50% del total de residuos desechados, lo cual es un factor importante en la elaboración de compost.

Barrena Gómez, R. (2006) en el trabajo de investigación: “Compostaje de residuos sólidos de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso” en el Capítulo 7, presenta ensayos de compostaje con el pelo relativamente hidrolizado procedente del curtido de pieles vacunas. Los resultados indican que el pelo no puede compostarse solo o con un sustrato químicamente complementario, bajo en nitrógeno. Sin embargo, ha conseguido buenos resultados cuando se co-composta

con lodo de EDAR, que actúa como inóculo de proceso. Se han producido ensayos a escala de laboratorio, escala piloto y escala industrial. En el estudio se utilizó diferentes parámetros biológicos en el seguimiento del proceso, destacando el índice respiración métrica, y se ha estudiado la información que cada uno de ellos aporta. Como resultado obtuvo que es posible utilizar la tecnología del compostaje para tratar el residuo de pelo de vaca obteniéndose un producto final con un alto contenido en nitrógeno.

Cuervo Figueredo, Nelson (2010) en el estudio "Proceso de compostaje de los lodos producidos en la operación de pelambre en la industria del curtido de pieles", evaluó la eficiencia del método de reutilizar el residuo obtenido en la operación de pelambre en la industria del curtido de pieles mediante el desarrollo de compostaje. Primero realizó una caracterización del residuo, en la cual pudo ver un gran contenido de residuos orgánicos y nitrógeno con valores entre 65 y 75%, 7 y 9 % respectivamente, el valor de pH entre 9 y 11, ausencia de metales pesados y altas concentraciones de calcio y sodio. En el proceso de compostaje se seleccionaron 3 fuentes de inóculos; un caldo de cultivo, lodos de PTAR y un inóculo comercial conocido como Microorganismos Eficientes. Se utilizó 5 pilas de análisis, cada pila incorporo en promedio 1300 kg de residuos pelo-lodo. Los datos finales del estudio revelaron que bajo la influencia de los inóculos, el proceso de compostaje de los residuos del pelambre se desarrolla de manera eficiente, registrando temperaturas en el rango termófilo. El compost final producido en la pila que brindó los mejores resultados (Insumos: lodos PTAR y viruta de madera), se caracteriza por una elevada concentración de materia orgánica y nitrógeno, por ser un producto estable, tener un grado de desarrollo adecuado y un alto valor agronómico.

Riera, Nicolás (2009) en el trabajo "Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas", la finalidad de este proyecto de investigación fue determinar si los residuos avícolas pueden ser transformados mediante el compostaje y mejorar las condiciones del proceso, a través de la adición de aditivos para conseguir un compost de buena calidad. Se hizo una mezcla inicial de 10,6 m<sup>3</sup> compuesta por 6 m<sup>3</sup> de guano + 2.6 m<sup>3</sup> de cama de parrilleros + 2 m<sup>3</sup> de cama de equinos + 40 kg de CaSO<sub>4</sub>. Con esta mezcla se armaron 4 pilas de 2,5 m<sup>3</sup>. Se realizaron dos

tratamientos por duplicado: T1 (sin aditivos) y T2 (con el agregado de aditivos) 8 kg Azufre, 20 kg Zeolita y 40 kg. Melaza diluida en 150 L. La información fue evaluada estadísticamente por un modelo factorial para el análisis de la varianza (ANOVA). Se realizó el Test de Student para comparar medias de los tratamientos para cada parámetro y día del proceso. En cada tratamiento se determinó temperatura, pH, conductividad eléctrica (CE), humedad, capacidad de intercambio catiónico (CIC), carbono orgánico total (COT), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) durante 88 días que duró la experiencia. Los valores de CE, pH, CIC y ( $\text{NH}_4^+$ ) mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, no se vio desigualdad significativas en los datos de humedad, COT y ( $\text{NO}_3^-$ ). El compostaje representa una alternativa viable para tratar los residuos provenientes de sistemas avícolas intensificados. Los resultados determinaron que el agregado de estos aditivos no mejoro las condiciones del proceso.

Oliveira, Cristhiam (2010) en su tesis “Efectos de tres fuentes de materia orgánica (vacaza, gallinaza y cuyaza), enriquecidos con microorganismos benéficos (em) en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa* L.) Lamas” el estudio utilizó 4 tratamientos y 5 repeticiones, con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con unas dimensiones de 8 metros de largo y 2 metros ancho. En los resultados se pudo ver que el T1 (Cuyaza + 666,66 ml de E.M.) mostro un mayor porcentaje de rendimiento con un 85,75 %, también un mayor cantidad en hojas sanas (14,20 unidades), rendimiento con 2,92 kg/m<sup>2</sup> y el T3 (Gallinaza + 666,66 ml de E.M.) obtuvo una mejor proporción en costo/beneficio de 62,25% estableciendo un precio de venta de 1,50 soles.

Quispe, Victor (2014) en su tesis “Capacidad del cabello humano para la remoción de Plomo de aguas contaminadas del Rio Rímac por efluentes mineros en Chilca – Huarochirí, Enero-Marzo, 2014” El tratamiento consistió en combinar el cabello humano dentro de las muestras extraídas del Rio Rímac, para finalmente comparar las concentraciones de Plomo previa y posterior al tratamiento, dando como resultados que el Rio Rímac tiene una concentración promedio de Plomo de 0.051 mg/L, mientras que el efluente una concentración promedio de 0.12 mg /L, además el tratamiento con cabello humano lograron remover en promedio el Plomo en un

51.39%, demostrando así que el Cabello humano tiene la capacidad para remover el plomo de las aguas contaminadas.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Marco Teorico**

##### **1.3.1.1. Contaminación Ambiental**

El problema de la contaminación ambiental tiene varias causas una de ellas es el aumento demográfico que ocasionan una degradación de los recursos naturales del suelo, según Meadows, et al., (1972) menciona en el informe al Club de Roma, que si se sostienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, fabricación de alimentos y empobrecimiento de los recursos, este planeta sobrepasara los límites de su crecimiento en los próximos 100 años, lo cual ocasionara un incontrolable decaimiento tanto de la población como de la capacidad industrial.

##### **1.3.1.2. Contaminación del suelo**

La inadecuada gestión y la falta de conocimiento en el manejo de los residuos sólidos, por parte del ayuntamiento y la población respectivamente provoca el deterioro del suelo acidificándola, debido en parte a la humedad del ambiente la concentración de CO<sub>2</sub> aumenta en las capas superiores del suelo y de la descomposición bacteriana de la materia orgánica, la concentración de CO<sub>2</sub> en el suelo es 100 veces superior a la atmósfera. Sin embargo, el uso intensivo de los fertilizantes, pesticidas y herbicidas conlleva a la contaminación del suelo debido a las impurezas que contienen las cuales se pueden bioacumular en los seres vivos (Cadena Alimenticia) y causar daños a la salud a largo plazo (Spiro T. y Stigliani W., 2004).

##### **1.3.1.3. Contaminación del agua**

Según Solís y Amado, (2003) las actividades antropogénicas y el creciente aumento de la población ha desencadenado un consumo a gran escala del agua, el cual al ser reintegrada a la naturaleza, contiene contaminantes que puede alterar las condiciones para su utilización. Los principales contaminantes que presenta el agua, según su uso:

- Domestico: Detergentes, insecticidas, jabones, grasas, materias orgánicas. Materia fecal.

- Industriales: Colorantes, disolvente, ácidos, grasas, sales, pigmentos, metales y diversas sustancias químicas.
- Agrícolas: Insecticidas, plaguicidas, sales inorgánicas, minerales, desechos animales, fertilizantes, etc.

Además uno de los problemas que más afecta al recurso hídrico con respecto a la gestión de residuos sólidos en el Perú es la disposición final de estos, a pesar que se cuenta con un sistema de recojo de los residuos domiciliarios y/o no domiciliarios una parte es consignado en los ríos, el mar, las quebradas y espacios públicos, esta conducta inapropiada de disponer los residuos en lugares abiertos, son los que origina los conocidos botaderos, el cual es altamente nociva y produce impactos nocivos en la salud humana y el medio ambiente. (ANA, 2016 Pág. 23)

Gráfico N°1: Botadero de residuos sólidos a orillas del rio Huallaga



Fuente: ANA, 2016 Pág 14

La Autoridad Nacional de Agua, (2016) identifico que en las 159 unidades hidrográficas se hallaron un total de 64 botaderos que afectan a los recursos hídricos en todo el territorio nacional.

Cuadro N°1: Número de botaderos por vertiente

Vertiente			Total de Botaderos
Atlántico	Pacífico	Titicaca	
24	32	8	64

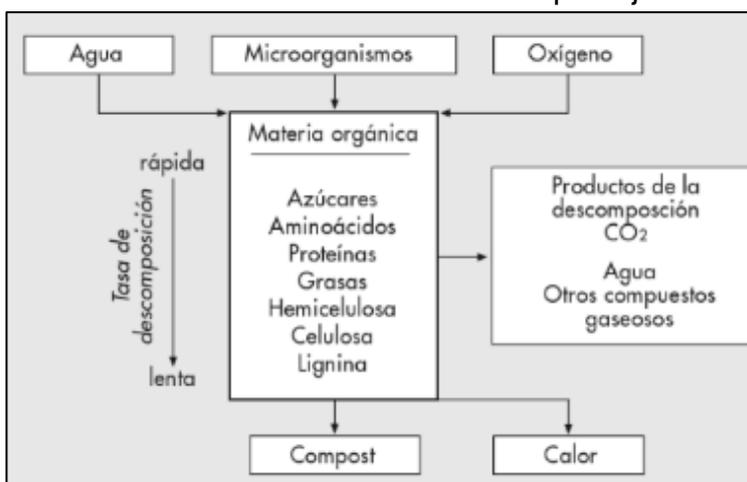
Fuente: ANA, 2016 Pág 10

### 1.3.2. Marco Conceptual

#### 1.3.2.1. El proceso de compostaje

El proceso compostaje se puede definir según la FAO, (2013) como “el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno y el carbono presentes en la materia orgánica, para fabricar su propia biomasa. En esta parte del proceso, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos carbono y nitrógeno, pero más estable”. Sin embargo este proceso no puede considerarse necesariamente como de aprovechamiento energético de la materia orgánica, ya que la energía que contiene se aprovecha para la transformación de esta, en un producto de interés agronómico y en su higienización (Campos, E., Elias X. y Flotats, X., 2012. Pág. 21).

Gráfico N° 2: Proceso de Compostaje



Fuente: Campos, E., Elias X. y Fotats, X., (2012), pág. 659

### 1.3.2.2. Parámetros del proceso de compostaje

La composición de la materia orgánica, su estructura, humedad, oxígeno, potencial de hidrogeno y la temperatura son factores abióticos determinantes del tipo y actividad de las poblaciones microbianas que se acrecientan durante el proceso de compostaje. Todos estos elementos son modificables y su control permitirá desarrollar el proceso en forma óptima (Campos E., Elías X. y Flotats X., 2012.pág. 21).

#### 1.3.2.2.1. Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros que influye directamente en cada fase del proceso de compostaje. Las temperaturas óptimas del proceso se encuentran entre 45 y 59 C°, pero a temperaturas por debajo de 20 C° detiene el crecimiento

microbiano y por tanto también la disgregación de los materiales. Sin embargo, los microorganismos tienden a descomponer la materia orgánica de forma más eficiente cuando se encuentra en el límite de su rango de temperatura, la cual es idónea para garantizar la muerte de los patógenos y tener un compost estable (Campos E., Elías X. y Flotats X., 2012, pág. 22).

Al descomponer toda la materia orgánica, el carbono y el nitrógeno, los microorganismos liberan calor medible a través de los cambios de temperatura a lo largo del proceso de compostaje. Según la temperatura producida durante el proceso de compostaje, se producen 4 fases: la primera es la fase mesófila la cual puede llegar hasta los 45°C, esto se debe a la actividad microbiana, la segunda fase termófila la cual la temperatura fluctúa entre los 45 y 60°C, la tercera fase de enfriamiento la cual llega hasta los 40-45°C y la fase de maduración la cual está a temperatura ambiente (FAO, 2013 pág. 15).

#### **1.3.2.2.1.1. Fase mesófila**

Las diversas familias de microorganismos mesófilos comienzan el proceso de descomposición de los compuestos orgánicos (Compuestos solubles, azúcares, etc.), los cuales generan ácidos orgánicos y una leve disminución del pH (4.0 a 4.5). Esta fase tiene una duración de dos a ocho días (FAO, 2013 pág. 15).

#### **1.3.2.2.1.2. Fase termofílicas**

En esta fase la temperatura llega hasta los 45 C° por lo que los microorganismos mesófilos son reemplazados por aquellos que se desarrollan a altas temperaturas, en su mayoría bacterias termófilas, las cuales degradan los compuestos complejos de carbono como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan convirtiendo el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH tiende a elevarse un poco. Sin embargo, a partir de los 60 C° aparecen las bacterias termofílicas que producen esporas y actinobacterias, que degradan las ceras, hemicelulosa y otros compuestos complejos de carbono. Esta etapa puede durar entre días y meses, según el material, las condiciones climatológicas del lugar.

Además esta fase es conocida como higienización ya que el calor que se genera destruye las bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, también elimina los quistes y huevos de helminto, esporas de

hongos Fito patógenos y semillas de malezas, dando un producto higienizado (FAO, 2013 pág. 16).

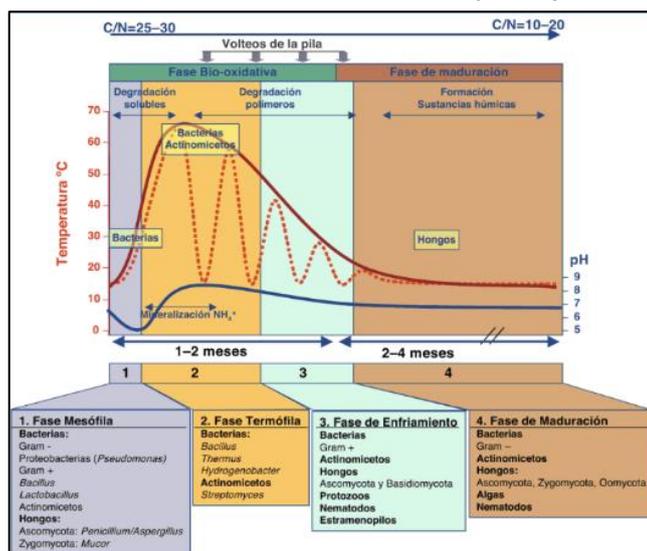
### 1.3.2.2.1.3. Fase de Enfriamiento

En esta fase las fuentes de carbono y nitrógeno en el material de compostaje disminuyen, por lo que la temperatura disminuye nuevamente hasta los 40 y 45 C. Además, durante esta etapa, continúa la disgregación de polímeros como celulosa y genera la aparición de hongos. Al bajar de los 40 C°, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio disminuye un poco. Esta etapa tiene una duración de varias semanas (FAO, 2013 pág. 17).

### 1.3.2.2.1.4. Fase de Maduración

En la fase de maduración tiene lugar el proceso de biopolimerización, para formar moléculas complejas y estables, microorganismos mesófilos y diversos tipos de microorganismo, para la obtención de un compost estabilizado y humificado. (Campos, E., Elías X. y Flotats, X., 2012 pág. 17).

Gráfico N°3: Fases del compostaje



Fuente: Moreno J. y Moral R., 2008. Pág. 115

### 1.3.2.2.2. Humedad

La cantidad de agua en materias primas, actividad microbiana, la concentración de oxígeno, y la temperatura son elementos que influyen de manera directa con la humedad total del proceso de compostaje. La presencia de humedad es

indispensable para el transporte de sustancias y nutriente, de esta manera le es más accesible a los microorganismos para su desarrollo. Niveles de humedad menores del 40-45% originarían un descenso en la actividad microbiana, principalmente las bacterias. Pero si hay un exceso de agua mayor a 65%, afecta negativamente a la disponibilidad de oxígeno y esto originaría condiciones anaeróbicas y un lavado de nutrientes (lixiviación) (Moreno J. y Moral R., 2008 pág. 120).

Sin embargo, el proceso de compostaje en condiciones tropicales, causara que los materiales se sequen con mayor rapidez, por lo que se debe asegurar un contenido de humedad adecuado en todo momento, protegiendo la pila de la luz solar (FAO, 1991).

Cuadro N° 2: Parámetro de humedad

Porcentaje de humedad	Problema		Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
<b>45% - 60% Rango ideal</b>			
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

Fuente: FAO, 2013. Pág. 28

### 1.3.2.2.3. pH

La variación de pH a lo largo del proceso de compostaje tiende a una evolución parecida a la de la temperatura, ya que la actividad metabólica de los microorganismos provoca variaciones en los valores del pH, que también dependen del pH de las materias primas. Las bacterias se desarrollan de mejor manera comprendido entre 6 y 7.5, mientras que los hongos 5.5 y 8. Si el pH tiende a valores ácido por debajo de 6, los procesos descomposición microbiana (bacterias) se detiene. Mientras que pH mayores a 9, origina la producción de amonio, afectando de forma negativa el crecimiento y el funcionamiento de los microorganismos. Sin embargo, en el proceso de descomposición durante el compostaje los valores del pH fluctúan entre 5.5 y 9. Al inicio del proceso de compostaje se generan una gran cantidad de ácidos orgánicos, por la actividad microbiana, que conducen a un

descenso del pH a valores de cercanos a 5. En el mismo instante la actividad de los hongos ácido tolerantes, asimilando los ácidos orgánicos, la proteólisis y la mineralización de nitrógeno, liberando amoníaco durante el inicio de la fase termofílica, conlleva un incremento del pH hasta alcanzar valores cercanos a 8.5. Luego los niveles de pH se estabilizan cercanos a la neutralidad (Moreno J. y Moral R., 2008, pág. 30-31).

Cuadro N° 3: Parámetros óptimos de pH

pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas , liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>4,5 – 8,5 Rango ideal</b>			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adición de material mas seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Fuente: FAO, 2003. Pág. 24

#### 1.3.2.2.4. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica está condicionada por la concentración de sales, y por la presencia de iones amonio o nitrato, puede aumentar generalmente durante el proceso de compostaje, degradación de la materia orgánica la cual produce un aumento de la concentración de sales. Pero la CE puede disminuir a causa de un riego excesivo de la masa, produciendo una lavo de sales y su acumulación en los lixiviados (Moreno, J. et. Al., 2015, págs. 31-32).

#### 1.3.2.2.5. Aireación

El suministro de aire es fundamental en el proceso de compost, ya que suministra oxígeno a los microorganismos y elimina el dióxido de carbono producido. Mientras que la ausencia de aire (condiciones anaeróbicas) conllevaría la manifestación de distintos microorganismos y causando un ambiente ácido o una putrefacción del compost produciendo malos olores (FAO, 1991, págs. 24-25).

Es uno de los factores determinantes para obtención de un compost de calidad, es esencial en la fases iniciales del proceso de compostaje, por ello se debe de manejar un volteo frecuente, para aumentar la presencia de oxígeno (Soto, G. 2003, pág. 25).

Sin embargo los requerimientos de oxígeno son distintos en cada etapa del compostaje, mientras más intensos sean los procesos de descomposición, de igual manera será el consumo de oxígeno (fase mesófila e inicio de la termófila), ya que habrá un crecimiento microbiológico más rápido. Por el otro lado, en la fase de maduración, el oxígeno no acostumbra a ser limitante, ya que los nutrientes disponibles se reducen drásticamente, y por tanto, también la necesidad de oxígeno para su degradación (Moreno, J. et. al. 2015 pág. 33).

#### **1.3.2.2.6. Relación Carbono – Nitrógeno (C/N)**

El sustrato debe tener una proporción adecuada de nutrientes principales, para facilitar el desarrollo de los microorganismos y la disgregación de la materia orgánica, además que la disponibilidad de nutrientes en el producto final conllevara su utilidad agronómica y su capacidad como fertilizante. Los nutrientes más importantes para los microorganismos destacan el carbono, nitrógeno y el fósforo, que son fundamentales para el crecimiento de los microorganismos y su síntesis celular. El carbono es uno de los elementos fundamentales por lo que su cantidad supone el 50% de las células de los microorganismos y el 25% dióxido de carbono que se desprende en la respiración celular. Al igual que el carbono, el nitrógeno cumple una función importante en la formación de la pared celular y del protoplasma microbiano, además de condicionar la calidad como fertilizante del compost y el fósforo es necesario para el metabolismo microbiológico al igual que el potasio, y el proceso de división celular (Moreno, J. et. al. 2015 págs. 33-34).

Entonces para un buen desarrollo del compostaje, y conociendo la estructura molecular de los organismos es necesaria tener un sustrato en las condiciones ideales la cual se define como la relación de Carbono y nitrógeno. En relaciones altas C:N, puede ocasionar que el proceso de descomposición sea muy lento, en condiciones bajas, el nitrógeno se vuelve un elemento limitante.

Cuadro N° 4: Relación carbono-nitrógeno

RESIDUO ORGÁNICO	RELACIONES c/n Altas	RELACIONES C/N Bajas
Aserrín 2	442/1	
Residuos de poda de Vid 2	50-250/1	
Bagazo de Café 6	128/1	
Cascarilla de Arroz 1	121/1	
Pajas en General 1	80-100/1	
Plátano: Cascara	70/1	
Tallos de Maíz 1	50-100/4	
Pulpa de Café 6	53/1	
Hojarasca 2	54/1	
Hojas frescas 1	40-80/1	
Residuos de Frutas 1	40/1	
Residuos de Hortalizas 2		15-30/1
Cachaza 4.5 y 6		21-27/1
Vinaza		23/1
Estiércol de equino 3		22/1
Estiércol de vaca 1 y 3		19/1 a 40/1
Restos de jardinería 2		17/1
Estiércol Porcino 3		16-1
Poda de Arboles 2		16/1
Residuos de Leguminosas 1		15/1
Estiércol de Gallina 1		14/1
Corte de Prados 3		10-20/1
Mezcla de Gramíneas 3		10-50/1
Cascarilla de Café 3		8/1
Plátano: Raquis o Bástago		6/1

Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (s/f), pág.14

### 1.3.2.3. Microorganismos

Los microorganismos son seres vivos diminutos, los cuales no pueden ser percibidos a simple vista, este grupo incluye las bacterias, los hongos (levaduras y mohos), los protozoos y las algas microscópicas. La mayor parte de los microorganismos realizan actividades esenciales al bienestar de los habitantes del planeta, ya que ayudan a conservar un equilibrio de los organismos vivos y las sustancias químicas en nuestro ambiente. Entre ellos están los microorganismos del suelo que ayudan a degradar los residuos y adicionar gas nitrógeno del aire a la materia orgánica y otros tienen la función fotosintética, proceso que produce alimento y oxígeno, la cual es esencial para la vida en la tierra. Por otra parte, los seres vivos dependemos de estos microorganismos presentes en el intestino para la digestión y síntesis de algunas vitaminas que necesita el organismo (Tortora G., Funke B. y Case C., 2007. Pág. 2)

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (2013) el uso de los microorganismos hoy en día en la agricultura es indispensable, pero la falta de información hace los agricultores y productores pecuarios no le tomen mucha importancia o creen que son perjudiciales para sus cosechas y ganado. Sin

embargo, solo el 3% del universo de bacterias y hongos conocidos son perjudiciales, mientras que el resto son beneficiosos a los sistemas de producción. Las bacterias y hongos asimilan la materia orgánica e inorgánica, en un periodo corto de tiempo estos se reproducen en gran cantidad en zonas cercanas a las raíces de las plantas, desarrollando funciones que favorecen a los cultivos como:

- Descomposición de la materia orgánica.
- Control biológico de patógenos, los microorganismos benéficos, se multiplican con mayor rapidez, compitiendo y suprimiendo a patógenos como Fusarium, Phytium y Rhizoctonia, causantes de enfermedades.
- Fijación de Nitrógeno, algunos microorganismos tienen la capacidad de tomar el aire en sus células, lo procesan y los transfieren a las raíces de los cultivos.
- Regulan el crecimiento de las plantas, la mayoría de los microorganismos generan sustancias que estimulan el crecimiento de los órganos vegetales, tejido raíces y de otros tejidos.
- Retienen Humedad, esta cualidad le permite a los cultivos tolerar por más tiempo, condiciones de sequía.

#### **1.3.2.4. Microorganismos Eficientes (M.E.)**

Los M.E. son un conjunto de cultivos de bacterias benéficas naturales (Bacterias fotosintéticas, acidolácticas y levaduras), las cuales no se aprecian a simple vista, pero cumplen un gran rol en el mejoramiento de la estructura y la fertilidad del suelo, ayuda a las plantas en la captación de nutrientes, resistencia de los cultivos contra las plagas y enfermedades (IICA, 2013, pág. 11).

##### **1.3.2.4.1. Bacterias Fotosintéticas (Rhodospseudomonas spp.)**

Utilizan la luz solar y el calor del suelo para transformar las secreciones de las raíces, materia orgánica y los gases perjudiciales en sustancias que favorezcan el desarrollo de las plantas.

##### **1.3.2.4.2. Bacterias Acidolácticas (Lactibacillus spp.)**

Tiene la cualidad de eliminar los microorganismos que son dañinos para las plantas y acelerar la descomposición de la materia orgánica para que la aprovechen los cultivos.

##### **1.3.2.4.3. Levaduras (Saccharomyces spp.)**

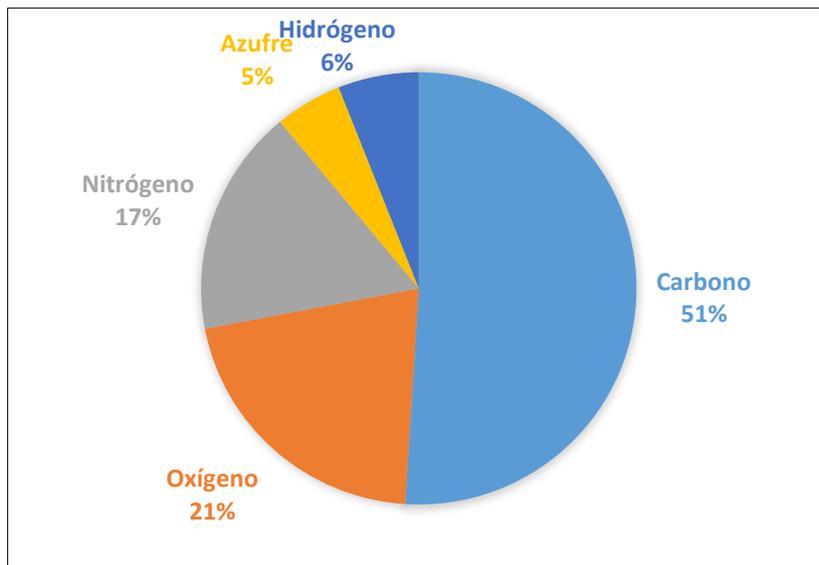
Producen sustancias denominadas hormonas y enzimas, que ayudan a reproducir

las células e induce el crecimiento del rizoma del cultivo.

### 1.3.2.5. Cabello Humano

El cabello está compuesto por proteínas, que crecen de las células del folículo piloso, en donde empieza a crecer el tallo del cabello. Estas células vivas, se desarrollan a lo largo del folículo donde maduran mediante el proceso de queratinización. A medida que van creciendo van madurando, las células se llenan con una proteína fibrosa (queratina), se desplaza en sentido vertical, pierde su núcleo y muere. Luego en el momento en que el tallo del cabello sale del cuero cabeza, las células están completamente queratinizadas y sin vida. La composición química del cabello es en promedio 51% Carbono, 21% Oxígeno, 6% Hidrógeno, 17% Nitrógeno y 5% azufre, esta puede variar según el color. Los de color claro contienen menor cantidad de carbono e hidrogeno y mayor cantidad de oxígeno y azufre, mientras que los de color oscuro contiene más carbono y menos oxígeno y azufre (Sacali, M, 2011, Pág. 245-246).

Gráfico N°4: Composición química del cabello



Fuente: Sacali, M, 2011 Pág. 246.

El cabello humano es cerca de un 91% proteína, están compuestas por largas cadenas de aminoácidos, las cuales están unidas por los extremos mediante enlaces químicos llamados enlaces peptídicos o enlaces terminales.

Cuadro N° 5: Aminoácidos del cabello humano

Aminoácido	Fórmula	Lana		Pelo	
		(por ciento)	(moles por 100)	(por ciento)	(moles por 10)
Glicina	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	6,8	10,6	4,1-4,2	7,5
Alanina	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	4,0	5,3	2,8	4,25
Valina	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5,4	5,4	—	—
Leucina	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	8,6	7,9	—	—
Isoleucina	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	4,3	3,8	11,1-13,1	12,55
Fenilalanina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	4,0	2,8	2,4-3,6	2,5
Prolina		8,0	8,2	4,3-9,6	9,3
Serina	$\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	9,9	11,5	7,4-10,6	11,6
Treonina	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	6,5	6,4	7,0-8,5	8,8
Tirosina	$\beta\text{-HOC}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	5,5	3,9	2,2-3,0	1,95
Acido aspártico	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	7,4	6,5	3,9-7,7	5,9
Acido glutámico	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	14,0	11,1	13,6-14,2	12,8
Arginina	$\text{NH}_2\text{C}(=\text{NH})\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	10,6	7,0	8,9-10,8	7,7
Lisina	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	3,3	2,7	1,9-3,1	2,3
Histidina		1,1	0,8	0,6-1,2	0,85
Triptófano		1,5	0,7	0,4-1,3	0,55
Cistina	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{SSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	13,6	6,6	16,6-18,0	9,8
Metionina	$\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	0,7	0,5	0,7-1,0	0,75
Cisteína	$\text{SHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	—	—	0,5-0,8	0,75

Fuente: Wilkison, J. y Moore, R. (1990), pág. 112

### 1.3.2.6. Estructura del Cabello

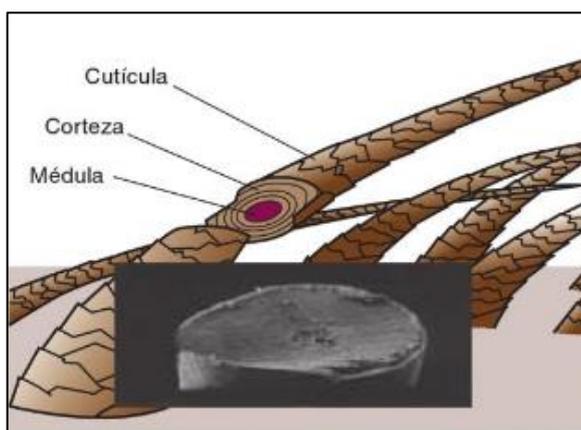
El tallo corresponde a la parte visible del pelo, que emerge del orificio folicular, en la se puede observar en un corte trasversal se distinguen 3 partes (Somoza, O., 2004. Pág. 33)

Cutícula: Se ubica en la parte más externa del tallo, compuesto por una fina capa celular la cual tiene forma de placas (queratenizadas), pero según Sacali, M. (2011) las soluciones básicas pueden debilitar la cutícula y lograr penetrar la corteza.

Corteza: Se encuentra entre la medula y la cutícula, la cual posee pigmentos que le da color al pelo (melaninas). Además representa el 90% del peso del cabello, su estructura proteica le proporciona al cabello fuerza, elasticidad y color natural Sacali, M. (2011).

Médula: Se sitúa en la parte más interna del tallo del cabello, constituido por láminas celular alternadas con espacios aéreos.

Gráfico N°5: Sección transversal del cabello



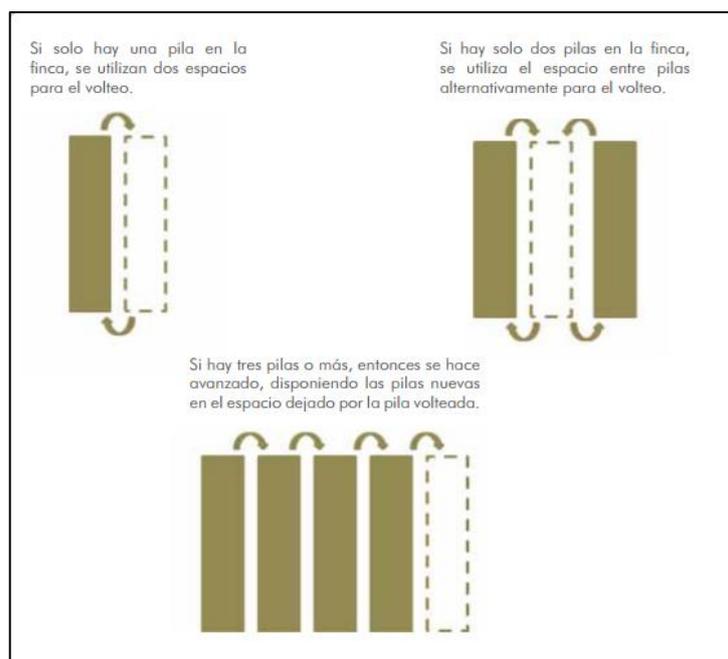
Fuente: Sacali, M., 2011 Pág. 245.

### 1.3.2.7. Técnicas de compostaje

#### 1.3.2.7.1. Compostaje de hileras (Windrow)

Esta técnica consiste en disponer la mezcla de materias primas en pilas o hileras largas y estrechas de 2 a 4 metros de altura, la ventilación se da por convección natural, además se realiza periódicamente volteos para mejorar la aireación y para que todos los materiales se degraden por completo, es el procedimiento más asequible con respecto al uso de energía (Álvarez, J. 2009, pág. 9).

Gráfico N° 6: Modalidades de volteo



Fuente: FAO, 2013, pág. 55

La velocidad de intercambio de aire depende de la porosidad de la hilera, por ello se recomienda la mezcla de materia con densidad baja (como las hojas, tallos, cartón, etc.) y material denso (estiércol, verduras, restos de comida, etc.), ya que si no se realiza de esta manera puede haber la posibilidad de que se produzcan procesos anaeróbicos, que liberan olores desagradables. En 1 a 2 semanas la altura de la hilera disminuye notablemente (1 a 2 pies), generalmente la etapa de compostaje activo tiene una duración de 3 a 9 semanas y 8 semanas normalmente para compostaje de estiércol, como se puede apreciar la duración depende del tipo de material que se utiliza (FAO, 2003).

Gráfico N°7: Sistema windrow #1



Fuente: Álvarez, J., 2009, pág. 9

Gráfico N°8 Sistema windrow #2



Fuente: Coursera

#### 1.3.2.7.2. Compostaje en hileras aireadas pasivamente

En este método, se suministra aire a los materiales de compostaje a través de tubos perforados de forma vertical para minimizar el taponamiento y permitir que el condensado drene, por lo que ya no es necesario remover el material. De esta manera el aire fluye dentro de los tubos en forma de chimenea, haciendo que el aire caliente salga. Las hileras deben tener de 90- 120 cm de altura, construido en la parte alta de una soporte hecho de material poroso. Es importante no compactar los materiales durante la construcción de los tubos de aireación, una vez finalizado el proceso de compostaje se retiran los tubos y el material base se mezcla con el compost (FAO, 2013, págs.15 - 16).

Gráfico N° 9: Sistema aireado pasivamente



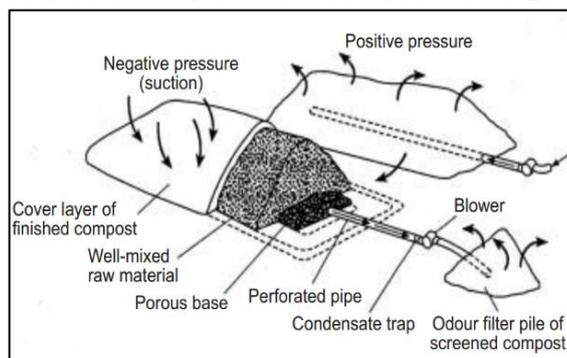
Fuente: Waste Concern, 2006 pág. 60

Este método asegura que no se originen condiciones anaerobias, por lo que se tiene garantizado un volumen usual de aire que además se puede ajustar a través de controladores según las exigencias de la masa. El proceso tiene un financiamiento y mantenimiento mayores que el sistema anterior pero el gasto de mano de obra es menor (Álvarez, J., 2009, pág. 9).

#### 1.3.2.7.3. Compostaje en Hileras aireadas forzadamente (Forced Aerated Windrows)

El método de pila estática aireada, es un sistema mejorado de la aireación por tubería, el uso de una fuente de aire controlada para suministrar a los materiales de compostaje. El ventilador permite controlar el volumen de aire necesario y trabajador con un mayor volumen de materiales. Una vez conformada la pila de los materiales y habiendo suministrado el volumen de aire suficiente, el periodo de compostaje activo se completa en 3 a 5 semanas aproximadamente.

Gráfico N° 10: Sistema de aireación forzada



Fuente: FAO, 2003. Pág. 16

En la base de la pila se recomienda agregar material poroso de tal manera que el aire circule por toda la pila, el aire puede ser suministrado por 2 maneras: un sistema de succión (el cual queda contenido en el tubo de descargar) con el aire o un sistema de presión con

el soplador hasta el exterior de la pila. A través del sistema de succión se puede filtrar los olores que se produce en el proceso de compostaje, es útil para tratar los malos olores, sin embargo la inversión y mantenimiento de este sistema es muy costo, pero tiene una gran eficiencia y el gasto de mano de obra es menor (FAO, 2003, pág. 18-19).

#### **1.3.2.7.4. Compostaje en recipientes cerrados (In-vessel system)**

Es un sistema el cual todo el material está contenido en un recipiente o contenedor, es una técnica que posee una variedad de mecanismos que aceleran el proceso de compostaje con aireación forzada (FAO, 2003. Pág. 18). Además a través de este sistema el compost se obtiene en un periodo de tiempo corto, pero el costo de inversión en la construcción, operación y mantenimiento es muy alto. Actualmente existen diferentes diseños de este sistema, los cuales están provistos de sistema de aireación, homogenización, etc. La intención del sistema es avivar el proceso de transformación, se puede conseguir índices de procesado de hasta 1 semana en comparación a sistemas tradicionales los cuales llevan entre 1 a 3 meses. La etapa de maduración del producto se lleva acabo afuera del contenedor y se lleva al sistema de pilas para realizar un volteo y homogenización final (Álvarez, J. 2009. Pág. 10).

Gráfico N°11: Sistema de recipiente o reactor



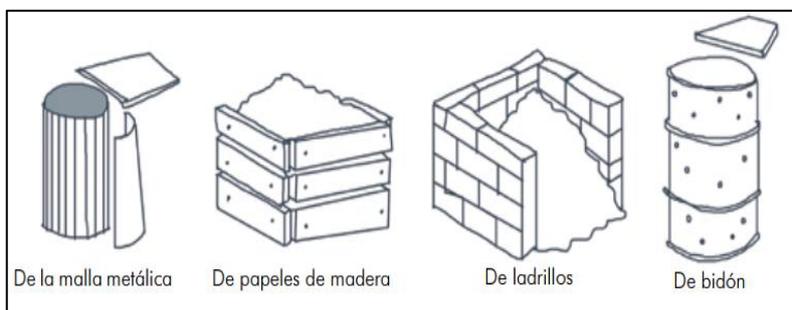
Fuente: Alvarez, J. 2009. Pág. 10

#### **1.3.2.7.5. Compost en contenedores**

Es una de los sistemas que se usan mayormente para uso familiar (pequeña escala), ya que la operación es parecida al método de hileras estáticas, solo que la materia prima se deposita dentro de un contenedor este puede ser pequeño o grande según la cantidad de

residuos a tratar. En algunos países utilizan este método a media escala en donde depositan la materia orgánica en contenedores de material noble y con tubos que permiten la aeración pasiva, disminuyendo la labor de voltear el compost. Es un sistema que no requiere mucha inversión pero que su proceso demora mucho más tiempo.

Gráfico N°12: Tipos de recipiente



Fuente: FAO, 2013. Pág. 61

Gráfico N° 13: Comparación de tecnologías de compostaje

	Investment	Maintenance	Space	Time	Labor
 Windrow Composting	•	•	•••••	•••	•••••
 Passively Aerated W.	••	••	•••••	•••	••
 Forced Aerated W.	••••	••••	••••	•	••
 In-Vessel	•••••	•••••	•••	•	••
 Bin Composting	•••	••	•••	•••••	••

Fuente: Coursera

### 1.3.3. Marco Legal

#### 1.3.3.1. Ley General de Residuos Sólidos N° 27314

Artículo 9: Menciona que la gestión de los residuos que realiza toda persona jurídica deber ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera de prevenir impactos nocivos y poder asegurar la protección de la salud (El peruano, 2004).

Artículo 22: Los residuos de ámbito municipal son de responsabilidad del municipio desde el momento en que el generador los entrega a los operarios o cuando dispone en los puntos establecido por dicha autoridad para su recolección. Del mismo modo las empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) asume la responsabilidad del manejo de los residuos desde el momento en que el

generador le hace entrega de estos (El peruano, 2004).

### **1.3.3.2. Decreto Legislativo N°1278 – Ley de Gestión Integral de los Residuos Sólidos**

Artículo 8: Promover la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar un gestión de manejo de los residuos sólidos de manera económica, sanitaria y ambientalmente adecuada (El Peruano, 2016).

Artículo 7: La GIRS tiene como finalidad prevenir y minimizar la generación de residuos sólidos en el origen y con respecto a los residuos generado darle un valor material y energético, para aprovecharlos (reutilización reciclaje, compostaje, procesamiento, etc.) que garantice la protección de la salud y del medio ambiente (El Peruano, 2016).

## **1.4. Formulación del problema**

- ¿De qué forma se producirá compost de cabello humano utilizando Microorganismos Eficiente de calidad, en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho - 2017?

### **Problemas Específicos**

- ¿De qué manera se va determinar el rendimiento del compost de cabello humano en relación al nivel de microorganismos eficientes?
- ¿Cómo se va a determinar la composición física de compost de cabello humano en relación al nivel de los Microorganismos Eficientes?,
- ¿De qué manera se va obtener la composición química del compost de cabello humano en relación al tiempo de degradación y el nivel de los Microorganismos Eficientes?

## **1.5. Justificación del estudio**

El presente trabajo de investigación tiene como propósito dar una alternativa de solución a los residuos orgánicos a través del compostaje, ya que San Juan de Lurigancho genera grandes cantidades de residuos orgánicos el cual representa el 59%, 17% residuos reaprovecharles y 17% otros componentes (PIGARS, 2004). Además según RKS Kushwaha y Guarro, J. (2000) el material queratenizado junto con otros residuos en el medio ambiente pueden provocar grandes impactos al

medio ambiente, en este sentido los hongos keratinolytic cumplen una gran función en la descomposición de estos residuos y la del cabello a través de la acción de queratinolisis.

Por otro lado para mitigar la contaminación por el mal manejo de los residuos orgánicos en los rellenos sanitarios y vertederos, los cuales van incrementando su volumen y generando un gran impacto al medio ambiente, es por ello que se debe de aprovechar los residuos sólidos municipales (Atlas,R. y Bartha, R., 2002).Además, a través del proceso de compostaje se puede producir abono orgánico, fertilizante natural para la tierra, también puede contribuir en el sector agrícola y la conservación del medio ambiente. Según Acurio, G. et al. (1997) Las políticas para disminuir la creciente generación de residuos municipales aún no han dado efecto, para alcanzar un desarrollo sostenible, se requiere enfatizar con mayor empeño la recuperación, reusó y el reciclaje, campo en el cual hay algún avance, pero lo indispensable para prever los impactos negativos al medio ambiente es mejorar el manejo de residuos sólidos municipales y específicamente la disposición final de estos.

La finalidad del trabajo de investigación es poder dar una alternativa de solución con respecto al manejo de residuos orgánicos, a través del proceso de compostaje y así poder mitigar la contaminación ambiental.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis General:**

- Es probable obtener compost de cabello humano utilizando microorganismo eficientes de calidad, en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho - 2017

### **Hipótesis Específicas:**

- El rendimiento del compost de cabello humano esta influencia por el nivel de microorganismos eficientes.
- La composición física del compost de cabello humano está influenciado por el nivel de los microorganismos eficientes.

- La composición química del compost de cabello humano tiene una relación directa con respecto al tiempo de degradación y nivel de los microorganismos eficientes.

### **1.7. Objetivo**

#### **Objetivo General**

Producir compost de cabello humano utilizando microorganismos eficientes de calidad en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho – 2017

#### **Objetivos Específicos**

- Determinar el rendimiento del compost de cabello humano en relación al nivel de microorganismos eficientes
- Determinar la composición física de compost de cabello humano en relación al nivel de los microorganismos eficientes.
- Determinar la composición química del compost de cabello humano en relación al tiempo de degradación y al nivel de los Microorganismos Eficientes.

## **II. METODO**

La investigación es cuantitativa y cualitativa, ya que trabajará con datos, anotaciones, todas ellas vinculadas a los indicadores (humedad, conductividad eléctrica, pH, composición química) obteniéndolas en el campo, para luego interpretarlas mediante un análisis estadístico.

### **2.1. Diseño de investigación**

**Experimental:** Es un estudio en donde se maneja intencionalmente una o más variables independientes, para estudiar los efectos del manejo o empleo que se tiene sobre una o más variables dependiente (Gómez, M. 2006 Pág. 290).

**Aplicada:** Es un tipo de investigación que busca aplicar los conocimiento que se adquieren, dando una alternativa de solución a los residuos sólidos municipales y al cuidado del medio ambiente (Cegarra, J. 2004 Pág 42).

**Longitudinal:** Este diseño se caracteriza por recoger datos en un momento determinado, su finalidad es describir las variables, analizarlas su incidencia y las posibles interrelaciones que existen entre variables de interés (Cais J., Folguera L. y Formoso Pág. 11).

### **2.2. Variables, operacionalización**

#### **2.2.1. Variables**

##### **Variable Independiente**

X<sub>1</sub>: Microorganismos Eficientes

##### **Variable dependiente**

Y<sub>1</sub>: Compost de Cabello Humano

## 2.2.2. Operacionalización

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Variable Independiente: Microorganismos Eficientes	Los M.E. son un conjunto de cultivos de bacterias, benéficas naturales (Bacterias fotosintéticas, acidolácticas y levaduras), las cuales no se aprecian a simple vista, pero cumplen un gran rol en el mejoramiento de la estructura y la fertilidad del suelo, ayuda a las plantas en la captación de nutrientes, resistencia de los cultivos contra las plagas y enfermedades (IICA, 2013. Pág. 2)	Se adicionará un volumen determinado a cada pila, para verificar su capacidad de degradación del cabello humano.	Tiempo de degradación	2 Meses	% M.O.	Alto Medio Bajo
				4 Meses	% M.O.	
			Nivel	1 Litros	Litros	-
				2 Litros		
				3 Litros		
			Variable Dependiente: Compost de Cabello Humano	El compost es el producto de varios procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos que degradan la materia orgánica, en un compuesto rico en nutrientes y asimilable para el crecimiento de las plantas (Campos, E., Elias X. y Fotats, X., 2012. Pág. 12).	Se realizará 12 pilas, las cuales contendrán una capa de Materia Orgánica, la segunda de heces de pollo y una tercera capa de cabello humano. Este proceso de compostaje tendrá una duración de 4 meses, posteriormente se analizará en el laboratorio para determinar sus características físicas y químicas	Composición Física
Conductividad Eléctrica	mS/cm	-				
Humedad	%	Alto Medio Bajo				
Composición Química	Ph	Acido Neutro Basico				B: 10 - 8.5 N: 8.5 - 4.5 A: 4.5 - 0
	N, P, K	ppm				Alto Medio Bajo
Características del Cabello	Dosis	Kg				D1: 1Kg D2: 2Kg D3: 3Kg
Redimiento	(Peso Inicial/Peso Final)*100	%				Alta: 100-80 Media: 80 - 40 Baja 40 - 0

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

La población consta de 56 Peluquerías, las cuales se encuentran dispersas en la Urbanización Canto Bello.

### 2.3.2. Muestra

De las 56 Peluquerías se eligió al azar 5 de las cuales se va recolectar un total de 25 kg de Cabello, de las cuales se tomara 15 kg como muestra para el proyecto de investigación.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Metodología

### 2.4.1.1. Ubicación del Proyecto

El trabajo de investigación se realizó en la Urbanización Canto Bello, del Distrito de San Juan de Lurigancho, localizado en la provincia de Lima.

Sus Límites son:

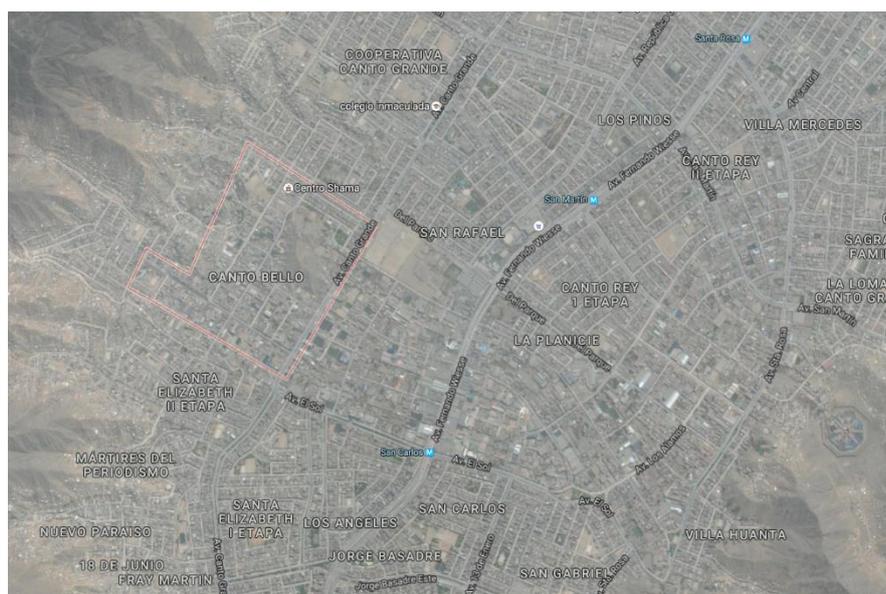
Norte: Cooperativa Canto Grande

Sur: Urbanización Santa Elizabeth II Etapa

Este: Urbanización San Rafael

Oeste: Cerro que divide los distritos de San Juan de Lurigancho y de Comas.

Gráfico N° 14: Urbanización Canto Bello



Fuente: Google Maps, 2016

### 2.4.1.1.1. Clima

El distrito de San Juan de Lurigancho, se caracteriza por tener un clima desértico con una temperatura promedio que varía entre 17 C° a 19 C°, sin embargo por el calentamiento global que se ha generado en el planeta las temperaturas han llegado hasta 25 C° (Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, pág. 26)

### 2.4.1.2. Componentes del estudio

#### 2.4.1.2.1. Tratamientos

En el cuadro se presentan los diferentes tratamientos que se optó en el estudio.

Cuadro N° 6: Tratamientos a aplicarse

Tratamiento	Inóculo	Cabello	%	Residuos Domésticos	%	Acerrín	%
T1	1L.M.E.	1	15	5	75	0.7	10
T2	2L.M.E.	1.5	22	4.5	67	0.7	10
T3	3L.M.E.	2.5	37	3.5	52	0.7	10
T4	0L.M.E.	-	-	6	90	0.7	10

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.1.2.2. Relación C:N

En el cuadro se presenta la relación de C: N el cual se evalúa para que estén dentro de los rangos establecidos por la FAO para que el proceso de compostaje no tenga inconvenientes.

Cuadro N°7: Relación Carbono: Nitrógeno

Componentes	Kg	%	C:N	Relacion
Aserrin	0.7	0.03743316	400	14.973262
Cabello	3	0.16042781	3	0.48128342
Comida	15	0.80213904	14	11.2299465
Total	18.7	1		<b>26.684492</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.1.3. Adecuación de los contenedores

Se construyó 12 parcelas pequeñas con una dimensión de 50 cm de largo y ancho, con una profundidad de 50 cm, en las cuales se depositaron los materiales para el proceso de compostaje.

Fotografía N°1: Parcelas de compostaje



Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1.4. Recolección de materia prima**

La recolección de la materia prima se dio en la ciudad de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho, en la Urbanización Canto Bello, las cuales fueron obtenidas en diferentes establecimientos entre ellos tenemos:

Los salones de belleza de la av. Los periodistas: Se pudo obtener cabello humano.

Universidad Agraria la Molina: Se pudo obtener los microorganismos eficientes.

El mercado Señor de los Milagros: Se pudo obtener la materia orgánica procedente de verduras y restos de comida.

Las carpinterías: Se pudo obtener el aserrín

Fotografía N° 2: Mercado Señor de los Milagros



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 3: Salones de Belleza



Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1.5. Apilado de los materiales**

En esta etapa se procedió almacenar los insumos previos al tratamiento de compostaje para retirar los elementos no deseados.

#### **2.4.1.6. Picado de los residuos sólidos**

Los materiales se picaron con el propósito de que su biodegradación sea rápida en el proceso de compostaje.

#### **2.4.1.7. Llenado de las parcelas de compostaje e inoculación de los microorganismos eficientes**

Una vez listo los materiales se procedió añadir los materiales a las parcelas como capa base se puso los restos de comida y vegetales, luego como segunda capa se puso el aserrín y como tercera capa el cabello humano. Además se añadió una solución de microorganismos eficientes a cada parcela en diferentes dosis.

#### **2.4.1.8. Volteo de las pilas (Aireación)**

Se le dio vueltas a las pilas cada fin de mes, con la intención que no se produzcan procesos anaeróbicos los cuales traen consigo un menor rendimiento en el proceso

de compostaje y malos olores.

#### **2.4.1.9. Monitoreo de las pilas (ph y T°)**

Cada fin de semana se estuvo monitoreando las 12 pilas de compostaje, ya que a través de la temperatura y el ph se puede estimar en qué etapa se encuentra el compost.

#### **2.4.1.10. Maduración**

En la etapa de maduración del compost se le dejó 1 semana en reposo las pilas de compostaje en la cual se estabiliza el compost optando la temperatura ambiente y un ph ligeramente ácido.

#### **2.4.1.11. Tamizado**

Luego del proceso de compostaje se tamizó las Unidades experimentales (las 12 pilas), con el propósito de medir el rendimiento del proceso de compostaje, parámetros físico químicos, % de materia orgánica y sus valores nutricionales de cada tratamiento (Nitrógeno, Fósforo y Potasio).

#### **2.4.1.12. Almacenamiento**

Por último una vez obtenido el compost se procedió a empacarlos en sacos, etiquetados por el tipo de tratamiento y almacenados en un lugar fresco.

Fotografía N° 4: Almacenamiento del cabello



Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1.13. Evaluación de las dimensiones**

##### **2.4.1.13.1. Determinación de la temperatura**

La toma de datos de la temperatura se realizó cada fin de semana, con un termómetro digital, la medición se realizó en 4 puntos en cada unidad experimental 3 fueron realizadas en los extremos y uno en el medio, las cuales se promediaron para tener un valor único.

Fotografía N° 5: Medición de la temperatura



Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1.13.2. Determinación del Ph**

La toma de data del ph se realizó cada fin de semana con un termómetro digital, la medición se realizó en 4 puntos en cada unidad experimental 3 fueron realizadas en los extremos y uno en el medio, las cuales se promediaron para tener un único valor.

Fotografía N° 6: Medición del Ph



Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1.13.3. Determinación de la calidad nutricional del compost**

##### **2.4.1.13.3.1. Materia Orgánica**

La cantidad de materia orgánica se determinó en la semana 8 y en la 16, primero se tamizo el compost y se llevó al laboratorio de calidad, en donde se secó durante 2 horas las muestras a 110 C° en la estufa. Luego se tomó una pequeña muestra utilizando como metodología la GUIA DE MUESTREO DE SUELOS (RM N° 085-2014-MINAM), el cual consiste dividir la muestra en cuatro, hasta tener una cantidad necesaria (MINAM, 2014. Pág. 16).

Fotografía N° 7: Desecador



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°8: Balanza electrónica



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 9 Estufa



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 10: Mufla



Fuente: Elaboración propia

Después se llevó la muestra con el crisol y se pesó (P1) en la balanza electrónica, luego se llevó a la mufla a 400 C° por 4 horas, posteriormente se llevó al secador y se pesó (P2). Para determinar la cantidad de materia orgánica se utilizó la fórmula la siguiente formula.

$$\text{Materia Orgánica} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

#### 2.4.1.13.3.2. Nutrientes del compost( Nitrógeno, Fosforo y Potasio)

Una vez finalizado el proceso de compostaje y previo tamizado de las unidades experimentales, se extrajo una pequeña muestra utilizando como metodología la GUIA DE MUESTREO DE SUELOS (RM N° 085-2014-MINAM), el cual consiste dividir la muestra en cuatro, hasta tener una cantidad necesaria (MINAM, 2014. Pág. 16). Estas se trasladaron a la Universidad Agraria la Molina para su análisis

químico.

#### **2.4.1.12.3. Determinación del rendimiento del proceso de compostaje**

Se pudo medir a través de la materia orgánica no degradada en los 4 meses del proceso de compostaje, con los valores del peso inicial y peso final una vez tamizado. De esta manera se pudo calcular el rendimiento de las 12 unidades experimental en porcentaje.

$$Rendimiento = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

#### **2.4.1.12.4. Determinación de costos**

El costo se pudo terminar a través de la suma de los egresos durante el desarrollo del proyecto (Materiales, insumos, etc.) y se evaluó si es rentable con el mejor tratamiento.

### **2.5. Métodos de análisis de datos**

Se aplicara un Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Cuadro N°8: Características del ensayo

<b>Repeticiones - r</b>	3
<b>Tratamientos - t</b>	3
<b>Testigos</b>	1
<b>Unidades Experimentales (t+1xr)</b>	12

Fuente: Elaboración propia

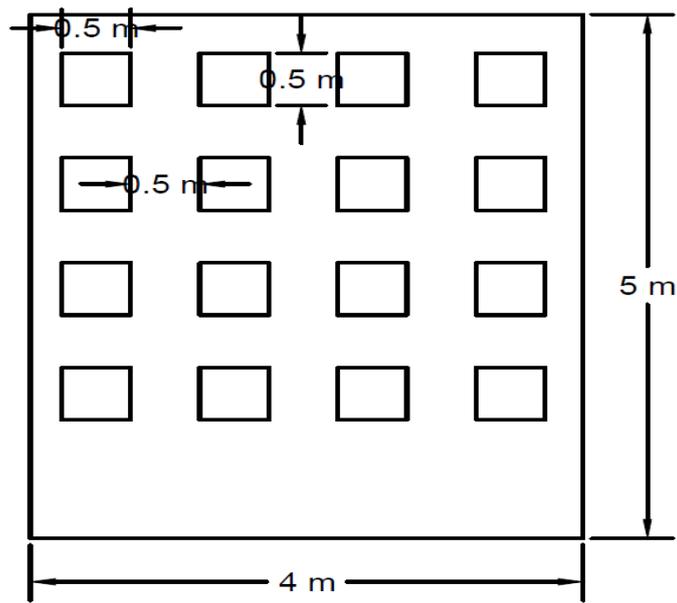
#### **2.5.1. Características de la unidad experimental**

La unidad experimental consta de 6.7 kg de materia orgánica, se realizaran 3 repeticiones con lo que se tendrá un total de 12 UE.

#### **2.5.2. Delimitación de las Unidades Experimentales**

Las unidades experimentales tienen un dimensión de 0.5m de largo, 0.5m de ancho y 0.5 m de altura. Por otro lado el área de desarrollo del proyecto de investigación es de 20 m<sup>2</sup>.

Gráfico N°15: Unidades Experimentales



Fuente: Elaboración Propia

## 2.6. Aspectos éticos

En el estudio se tuvo el consentimiento de las personas involucradas las cuales apoyaron en el proyecto de investigación, además se recolecto toda la información posible para que el estudio y los datos obtenidos tengan un margen de error mínimo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Temperatura en el proceso de compostaje

Para el indicador temperatura se presenta la curva de comportamiento durante cada semana que duro el proceso de compostaje de todos los tratamientos propuestos.

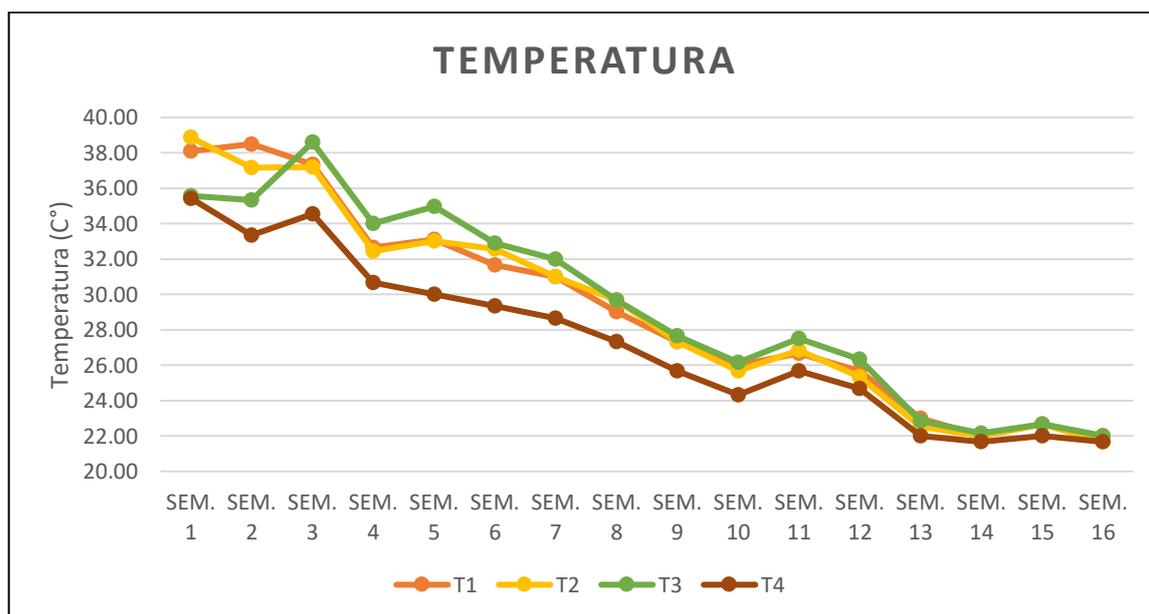
Cuadro N°9: Registro de temperatura durante el proceso de compostaje

T°	SE															
	M.															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	38.10	38.50	37.33	32.67	33.10	31.67	31.00	29.00	27.33	26.00	26.67	25.67	23.00	22.00	22.67	22.00
T2	38.87	37.17	37.20	32.43	33.00	32.57	31.00	29.67	27.33	25.67	26.83	25.33	22.50	22.00	22.67	21.67
T3	35.57	35.33	38.60	34.00	34.97	32.90	32.00	29.67	27.67	26.17	27.50	26.33	22.83	22.17	22.67	22.00
T4	35.43	33.33	34.53	30.67	30.00	29.33	28.67	27.33	25.67	24.33	25.67	24.67	22.00	21.67	22.00	21.67

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°9 se indica el registro de la temperatura de cada se semana en el proceso de compostaje de todos los tratamientos.

Gráfico N°16: Curva de comportamiento de la temperatura en el proceso de compostaje



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°16 se puede visualizar que el comportamiento de la temperatura al inicio del proceso de compostaje en la semana 1 – semana 4 oscila entre 31 y 39 C° producida por la fermentación de los sustratos, luego hubo un ligero aumento de la temperatura producto del volteo en la semana 5 oscila entre 30 y 35 ° y un luego hubo descenso prolongado hasta la semana 10 la cual oscilo entre 24 y 26 C°, sin embargo en la semana

11 hubo nuevamente un ligero aumento de temperatura producto del volteo de la pila llegando a temperaturas de 25 y 28 C°. Finalmente desde la semana 12 hasta la 16 hubo un descenso en la temperatura llegando a la temperatura ambiente 21 - 22 C°.

### 3.2. pH en el proceso de compostaje

Para el indicador pH se presenta la curva de comportamiento durante cada semana que duro el proceso de compostaje de todos los tratamientos propuestos.

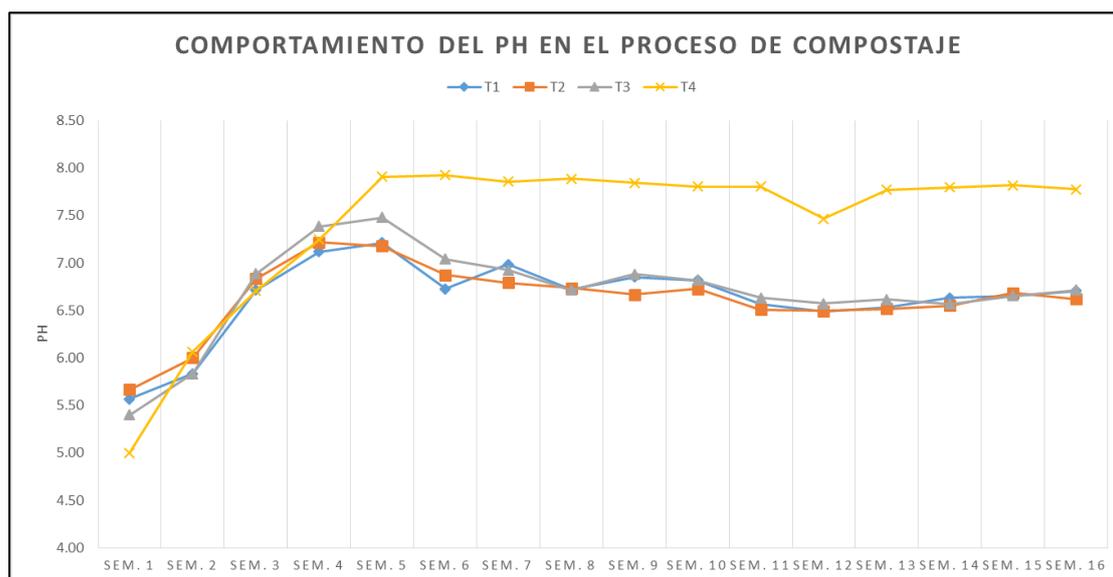
Cuadro N°10: Registro de ph en el proceso de compostaje

PH	SE															
	M.															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	5.57	5.83	6.71	7.12	7.21	6.73	6.99	6.72	6.85	6.82	6.57	6.49	6.53	6.63	6.66	6.71
T2	5.67	6.00	6.83	7.22	7.18	6.87	6.79	6.74	6.67	6.73	6.51	6.50	6.52	6.55	6.69	6.62
T3	5.40	5.83	6.89	7.38	7.48	7.04	6.92	6.72	6.88	6.82	6.63	6.57	6.62	6.57	6.66	6.71
T4	5.00	6.07	6.71	7.25	7.91	7.93	7.86	7.89	7.84	7.81	7.81	7.47	7.77	7.80	7.82	7.78

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°10 se indica el registro de la Ph de cada se semana en el proceso de compostaje de todos los tratamientos.

Gráfico N°17: Curva de comportamiento del Ph en el proceso de compostaje



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°17 se puede visualizar que el comportamiento del Ph al inicio del proceso de compostaje tiende a ser ácido (4 – 7 pH) desde la semana 1 hasta la semana 4, en el

momento de la fermentación, luego desde la semana 5 hasta la última semana el Ph se mantuvo neutro y constante.

Cuadro N°11: pH final del compost

<b>POTENCIAL DE HIDRÓGENO</b>				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROM.
	I	II	III	
T1	5.6	5.65	5.2	5.48
T2	6.85	5.3	6.11	6.09
T3	5.5	5.15	5.66	5.44
T4	7.62	7.68	7.71	7.67
PROM.	6.39	5.95	6.17	6.17

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°11 se puede visualizar las medias de pH de todos los tratamientos una vez finalizado el proceso de compostaje.

Cuadro N°12: Anova para el pH final del compost

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	9.799	3.26	17.85	0.001
ERROR EXPERIMENTAL	8	1.464	0.18		
TOTAL	11	11.263			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	6.93				
PROMEDIO	6.17				

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°12 se puede apreciar que el coeficiente de variabilidad tiene un valor de 6.93 % por debajo de lo establecido, el índice varianza nos indica una alta significancia estadística en los tratamientos, demostrando que el cabello humano y la inoculación de microorganismos eficientes influyen en el ph del compost.

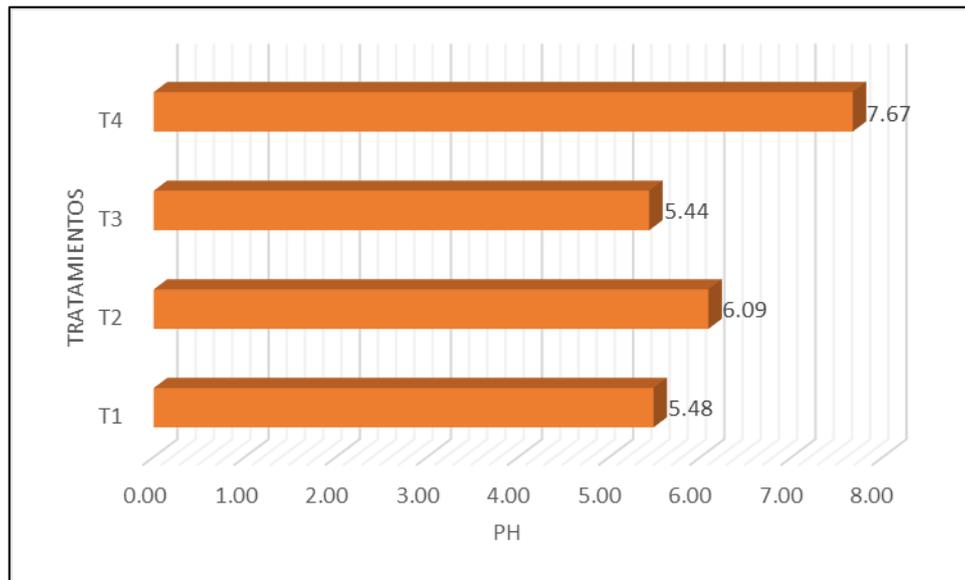
Cuadro N°13: Duncan al 5%, pH del compost

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T4	7.67	A
T2	6.09	B
T1	5.48	B
T3	5.44	B

Fuente: Elaboración propia

Tras realizar la prueba de Duncan al 5% en todos los tratamientos se puede observar dos rangos de significación A y B. En el rango A se tiene al T4 o testigo (90% de Residuos domésticos + 10% de aserrín) con el valor más alto de 7.67 pH y en el rango B se tiene al T2, T1 Y T3 (2.5L microorganismos eficientes + 37% Cabello Humano + 52% Residuos domésticos + 10% de aserrín) con el valor más bajo de 5.44 pH.

Gráfico N°18: Comparación de medias para el pH del compost



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°18 se puede observar los promedios de todos los tratamientos con respecto al pH, identificándose como neutros el T4 (90% Residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 7.67 y el T2 (22% Cabello humano + 67% Residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 6.09. Sin embargo el T3 y T1 presentan un pH ligeramente ácido. Se podría afirmar que los valores de pH están relacionados con la cantidad de cabello y el volumen de microorganismos eficientes de manera indirecta.

### 3.3. Conductividad Eléctrica

Cuadro N°14: Valores de conductividad eléctrica del compost

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROM.
	I	II	III	
T1	1.38	1.14	1.21	1.24
T2	1.21	1.38	1.35	1.31
T3	2.06	2.18	2.13	2.12
T4	0.79	0.34	0.43	0.52
PROM.	1.36	1.26	1.28	1.30

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°15: Anova de la conductividad eléctrica

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	3.869	1.28	61.56	0.0001
ERROR EXPERIMENTAL	8	0.167	0.02		
TOTAL	11	2022.07			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	10.87				
PROMEDIO	1.3				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el cuadro N°15 un coeficiente de variación de 10.87%, el cual es aceptable para este estudio. La varianza indica un alta significancia estadística para todos los tratamientos, esto demuestra que el cabello humano y los microorganismos eficientes influyen en el valor de conductividad eléctrica.

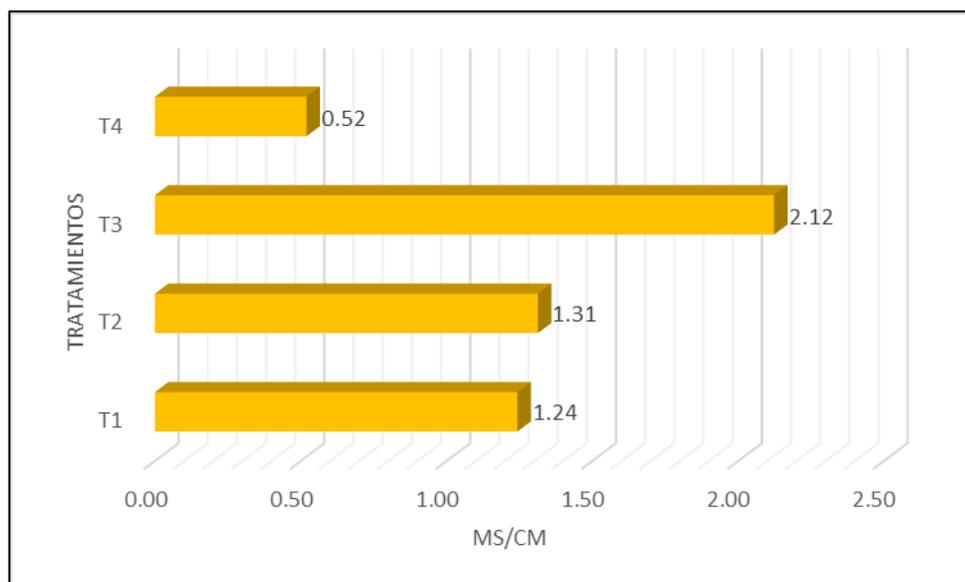
Cuadro N°16: Prueba de Duncan al 5% para la variable conductividad eléctrica

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T3	2.12	A
T2	1.31	B
T1	1.24	B
T4	0.52	C

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°16 se puede observar 3 rangos de significación A, B Y C, con respecto al rango A se tiene al T3 (2Lts. microorganismo eficientes + 37% cabello humano + 52% residuos domésticos + 10% aserrín) con el valor máximo de 2.12 mS/cm, en el rango B se tiene al T2 y T1 los cuales presentan valores similares de 1.31 mS/cm y 1.24 mS/cm respectivamente y por último en el rango C se tiene al T4 (90% residuos domésticos + 10% aserrín) con el valor más bajo de 0.52 mS/cm.

Gráfico N°19: Valores de las medias de conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°19 se puede visualizar que el T3 (3 Lts. Microorganismos eficiente + 37% cabello humano + 52% residuos domésticos + 10% aserrín) tiene el valor

más alto con un valor de 2.12 mS/cm respecto al T4 (90% residuos domésticos + aserrín) con el valor más bajo de 0.52 mS/cm. Se puede afirmar entonces a partir de esta comparación que a medida que aumenta la dosis de cabello y el volumen de microorganismos eficientes la conductividad tiende a aumentar también.

### 3.4. Rendimiento del compost

Cuadro N°17: Valores del rendimiento del compost

RENDIMIENTO				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROM.
	I	II	III	
T1	93.15	88.58	96.7	92.81
T2	67.65	81.48	80.21	76.45
T3	74.88	69.3	63.46	69.21
T4	99.78	99.81	99.87	99.82
PROM.	83.87	84.79	85.06	84.57

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°18: ANOVA para el rendimiento de compostaje

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	1806.82	602.27	22.38	0.0003
ERROR EXPERIMENTAL	8	215.24	26.9		
TOTAL	11	2022.07			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	6.13				
PROMEDIO	84.57				

Fuente: Elaboración propia

A través del ANOVA se pudo determinar que el coeficiente de variabilidad es aceptable con un 6.13%. Además indican una alta significancia estadística en los tratamientos.

Cuadro N°19: Prueba de Duncan (5%) de para la variable rendimiento

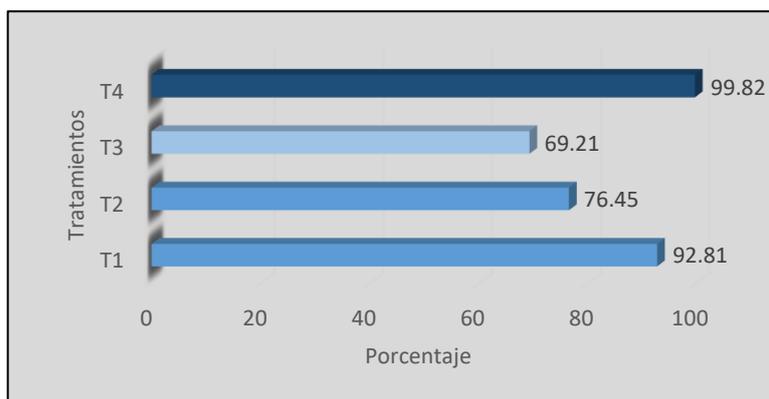
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T4	99.82	A
T1	92.81	A
T2	76.45	B
T3	69.21	B

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado la prueba Duncan al 5% en los tratamientos se puede visualizar 2 rangos de significación A y B, en el rango A se encuentran los T4 (90% residuos domésticos + aserrín) y T1 (1 Lts. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín) con valores más alto con 99.82% y 92.81% respectivamente, sin embargo en el rango B el T2 (2 Lts. Microorganismos eficientes + 22% cabello humano

+ 67% residuos domésticos + 10% aserrín) y el T3 (3Lts. Microorganismos eficientes + 37% cabello humano + 52% residuos domésticos + 10% aserrín) presentaron valores bajos de 76.45% y 69.21% respectivamente.

Gráfico N°20: Media del rendimiento del compost



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°20 se puede observar que el T4 o testigo (90% residuos domésticos + 10% aserrín) presenta el valor más alto con un 99.82%, seguido del T1 (1 Lt. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 92.81% considerados estadísticamente como los mejores tratamientos en comparación a los demás. Además a partir de resultados obtenidos podemos afirmar hay un relación indirecta entre el rendimiento y la cantidad de cabello humano.

### 3.5. Materia orgánica

#### 3.5.1. Periodo de 2 meses

Cuadro N°20: Valores de materia orgánica del proceso de compostaje, 2 meses

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA - 2 MESES				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	4.36	4.9	5.07	4.78
T2	6.19	5.38	6.91	6.16
T3	6.17	6.42	6.4	6.33
T4	4.1	5.17	5.72	5.00
PROMEDIO	5.21	5.47	6.03	5.57

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°20 se puede apreciar los valores de materia orgánica en el periodo de 2 meses durante el proceso de compostaje.

Cuadro N°21: ANOVA para los datos de contenido materia orgánica del compost, 2 meses

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	5.651	1.883	5.3	0.026
ERROR EXPERIMENTAL	8	2.843	0.355		
TOTAL	11	8.494			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	10.7				
PROMEDIO	5.57				

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°21 se puede observar que el coeficiente de variabilidad es del 10% la cual es aceptable para el estudio. Además nos indica una significancia baja para los tratamientos, lo cual indica que los microorganismos eficientes como el cabello humano no influyen estadísticamente en la cantidad de materia orgánica del compost en el periodo de 2 meses.

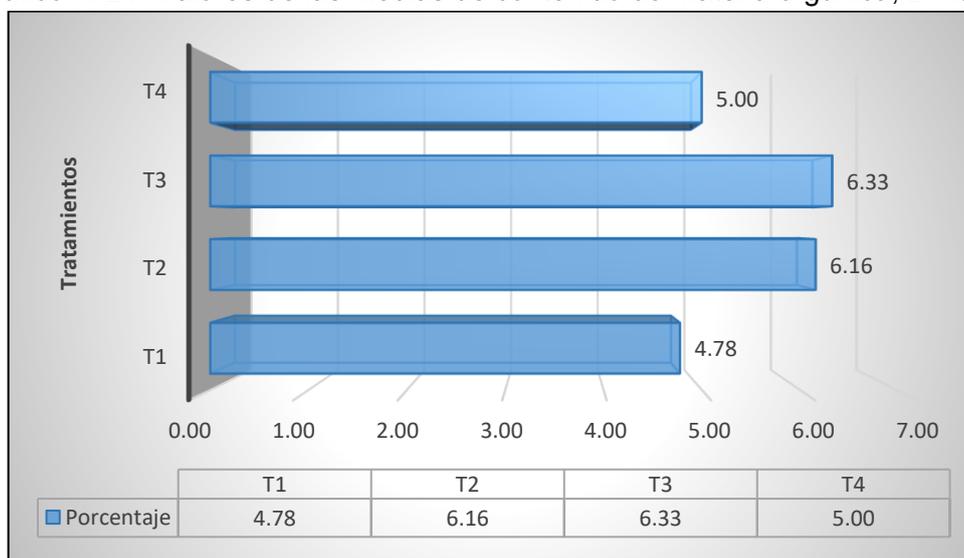
Cuadro N°22: Prueba de Duncan al 5% para la variable materia orgánica, 2 meses

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T3	6.33	A
T2	6.16	A
T4	5	A
T1	4.78	A

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°22 se puede visualizar la prueba de Duncan en la que se tiene solo un rango de significación A, en la cual se encuentran todos los tratamientos.

Gráfico N°21: Valores de las medias de contenido de materia orgánica, 2 meses



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2. Periodo de 4 meses

Cuadro N°23: Valores de materia orgánica del proceso de compostaje, 4 meses

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA - 4 MESES				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	6.86	6.93	6.63	6.81
T2	6.75	6.86	6.62	6.74
T3	6.3	6.72	6.62	6.55
T4	4.36	4.79	5.67	4.94
PROMEDIO	6.07	6.33	6.39	6.26

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°23 se puede apreciar los valores de materia orgánica en el periodo de 4 meses una vez finalizado el proceso de compostaje.

Cuadro N°24: ANOVA para los datos de % materia orgánica del compost, 4 meses

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	7.071	2.357	17.69	0.001
ERROR EXPERIMENTAL	8	1.066	0.133		
TOTAL	11	8.137			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			5.83		
PROMEDIO			6.26		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°24 se puede observar que el coeficiente de variabilidad es 5.83% el cual es aceptable para el estudio. Además el análisis de la varianza nos indica una alta significancia estadística en los tratamientos. Esto demuestra que el cabello humano y los microorganismos eficientes influyen en el contenido de materia orgánica en un periodo de 4 meses.

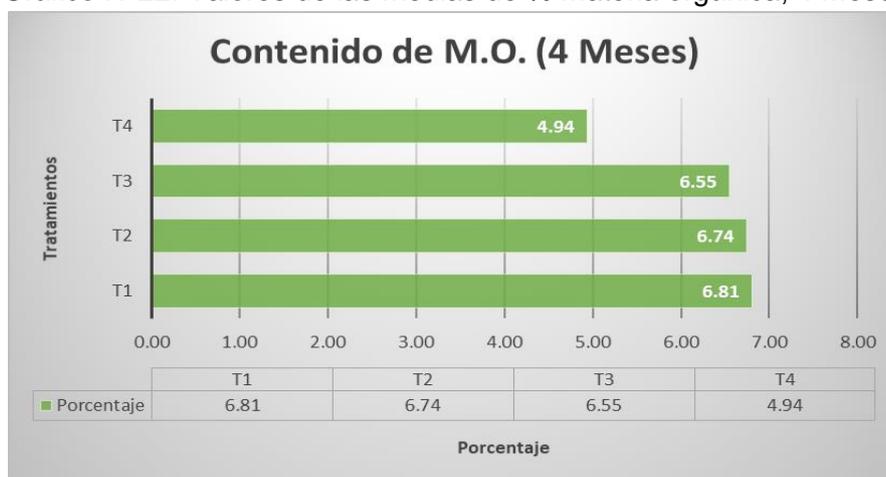
Cuadro N°25: Prueba de Duncan al 5% para la variable materia orgánica, 4 meses

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T1	6.81	A
T2	6.74	A
T3	6.55	A
T4	4.94	B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°25 se observa que una vez realizado la prueba de Duncan se generó 2 rangos de significación A y B, en el rango A se tiene al T1 (1 Lt. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 6.81% siendo el más alto y en el Rango B se tiene al T4 o testigo (90% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 4.94% siendo el menor de todos.

Gráfico N°22: Valores de las medias de % materia orgánica, 4 meses



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°22 se tiene los valores promedios de los tratamientos con respecto al contenido de materia orgánica, identificando como el mejor al T1 con un valor de 6.81% frente al T4 o testigo el cual cuenta con un valor de 4.94%.el más bajo de todos. Entonces a partir de estos resultados se puede afirmar que el contenido de materia orgánica está relacionada con la cantidad de cabello y la inoculación de microorganismos eficientes.

### 3.6. Contenido de Humedad

Cuadro N°26: Valores % Humedad en el compost

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROM.
	I	II	III	
T1	9.13	10.59	8.65	9.46
T2	9.01	10.59	10.42	10.01
T3	13.23	11.97	13.54	12.91
T4	11.85	8.55	10.52	10.31
PROM.	10.81	10.42	10.78	10.67

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°27: ANOVA para los datos % Humedad en el compost

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	21.23	7.077	5.42	0.025
ERROR EXPERIMENTAL	8	10.44	1.305		
TOTAL	11	31.67			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			10.7		
PROMEDIO			10.67		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°27 se puede observar que el coeficiente de variabilidad es 10.70% el cual es aceptable para el estudio. Además el análisis de la varianza nos indica una alta significancia estadística en los tratamientos. Esto demuestra que el cabello humano y los microorganismos eficientes influyen en el porcentaje de humedad del compost.

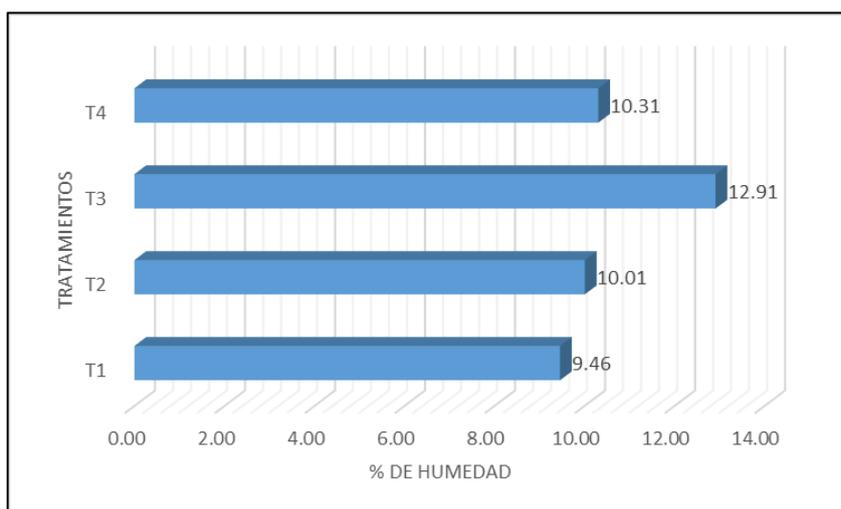
Cuadro N°28: Prueba de Duncan al 5% para la variable % Humedad

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T3	12.91	A
T4	10.31	A B
T2	10.01	A B
T1	9.46	B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°28 se observa que una vez realizado la prueba de Duncan se generó 2 rangos de significación A y B, en el rango A se tiene al T3 (3Lts. Microorganismos eficientes + 37% cabello humano + 52% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 12.91% siendo el más alto y en el Rango B se tiene al T1 o testigo (1 Lt. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 9.46% siendo el menor de todos.

Gráfico N°23: Valores de las medias de % Humedad



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°23 se tiene los valores promedios de los tratamientos con respecto al porcentaje de humedad, identificando como el mejor al T3 (3Lts. Microorganismos eficientes + 37% cabello humano + 52% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 12.91% frente al T4 o testigo el cual cuenta con un valor de 10.31%.el más bajo de todos. Entonces a partir de estos resultados se puede afirmar que el porcentaje de humedad está relacionada con la cantidad de cabello y la inoculación de microorganismos eficientes a pesar de que no difieren entre si estadísticamente.

### 3.7. Contenido de Nitrógeno

Cuadro N°29: Valores de contenido de nitrógeno en el compost

CONTENIDO DE NITRÓGENO (ppm)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	2700	2600	1500	2266.67
T2	1600	2700	2600	2300.00
T3	2700	3100	2800	2866.67
T4	1300	1600	1800	1566.67
PROMEDIO	28.00	2500.00	2175.00	2250.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°30: ANOVA para los datos contenido de nitrógeno en el compost

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrado	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	2900000	966667	2.49	0.134
ERROR EXPERIMENTAL	8	3106667	388333		
TOTAL	11	6006667			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	27.69				
PROMEDIO	2250				

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°30 se puede observar que el coeficiente de variabilidad es 27.69% el cual es aceptable para el estudio. Además el análisis de la varianza nos indica una baja significancia estadística en los tratamientos. Esto demuestra que el cabello humano y los microorganismos eficientes no influyen estadísticamente en el contenido de nitrógeno del compost.

Cuadro N°31: Prueba de Duncan al 5% para la variable contenido de nitrógeno

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T3	28866.67	A
T2	2300	A
T1	2266.67	A
T4	1566.67	A

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°31 se observa que una vez realizado la prueba de Duncan se generó un solo rango de significancia, el rango A en el cual se encuentran todos los tratamientos.

Gráfico N°24: Valores de las medias del contenido de nitrógeno del compost



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°24 se tiene los valores promedios de los tratamientos con respecto, al contenido de nitrógeno identificando como el mejor al T3 (3Lts microorganismos eficientes + 37% cabello humano + 52% residuos domésticos + 10 aserrín) con un valor de 2866.67 ppm frente al T4 o testigo el cual cuenta con un valor de 1566.67 ppm el más bajo de todos. Entonces a partir de estos resultados se puede afirmar que el contenido de nitrógeno está relacionada con la cantidad de cabello y la inoculación de microorganismos eficientes, a pesar que no haya una diferencia estadística entre sí.

### 3.8. Contenido de Potasio

Cuadro N°32: Valores de contenido de potasio en el compost

CONTENIDO DE POTASIO (ppm)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	548	696	433	559.00
T2	398	676	632	568.67
T3	459	506	462	475.67
T4	692	632	892	738.67
PROMEDIO	524.25	627.50	604.75	585.50

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°33: ANOVA para los datos contenido de potasio

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	109527	36509	2.48	0.136
ERROR EXPERIMENTAL	8	117876	14734		
TOTAL	11	227403			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20.74				
PROMEDIO	585.5				

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°33 se puede observar que el coeficiente de variabilidad es 20.74% el cual es aceptable para el estudio. Además el análisis de la varianza nos indica una baja significancia estadística en los tratamientos. Esto demuestra que el cabello humano y los microorganismos eficientes no influyen estadísticamente en el contenido de Potasio en el compost.

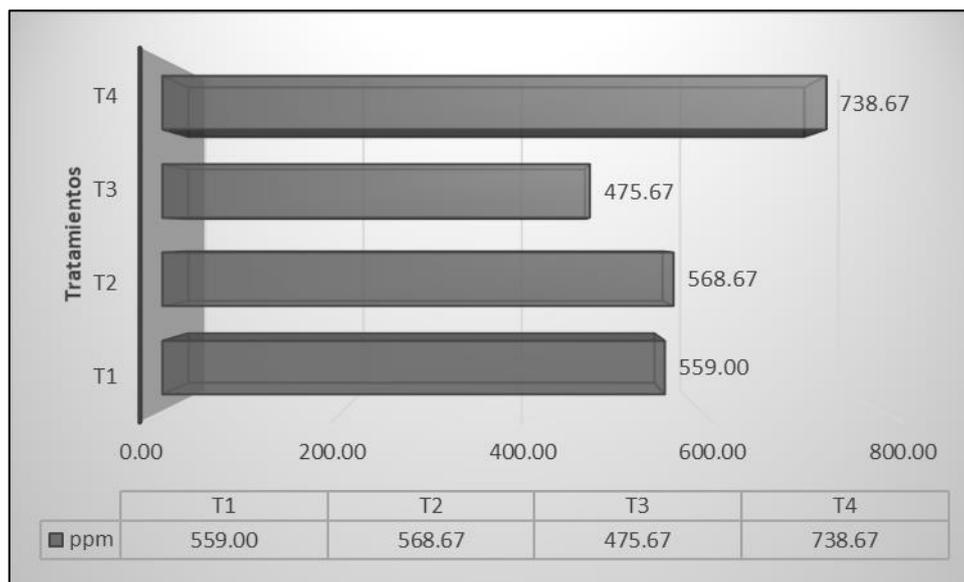
Cuadro N°34: Prueba de Duncan al 5% para la variable contenido de potasio

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T4	738.67	A
T2	568.67	A
T1	559	A
T3	475.67	A

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°34 se observa que una vez realizado la prueba de Duncan se generó un solo rango de significancia, el rango A en el cual se encuentran todos los tratamientos.

Gráfico N°25: Valores de las medias del contenido de potasio del compost



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°25 se tiene los valores promedios de los tratamientos con respecto, al contenido de potasio identificando como el mejor al T4 (90% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 738.67 ppm frente al resto de tratamientos que presentan valores menores. Se puede afirmar que el contenido de potasio en el compost no está influenciado por la inoculación de microorganismos eficiente y la cantidad de cabello humano.

### 3.9. Contenido de Fósforo

Cuadro N°35: Valores de contenido de fósforo en el compost

CONTENIDO DE FOSFORO (ppm)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	37.6	49.1	55.1	47.27
T2	21	52.3	46.7	40.00
T3	36	59.9	42.7	46.20
T4	34.8	47.5	73.4	51.90
PROMEDIO	32.35	52.20	54.48	46.34

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°36: ANOVA para los datos contenido de fósforo

FUENTE DE VARIACIÓN	G. L.	Sum. Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Ft 0,05
TRATAMIENTOS	3	216	71.99	0.32	0.81
ERROR EXPERIMENTAL	8	1793	224.17		
TOTAL	11	2009.3			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	30				
PROMEDIO	46.34				

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°36 se puede observar que el coeficiente de variabilidad es 30% el cual es aceptable para el estudio. Además el análisis de la varianza nos indica una baja significancia estadística en los tratamientos. Esto demuestra que el cabello humano y los microorganismos eficientes no influyen estadísticamente en el contenido de fósforo en el compost.

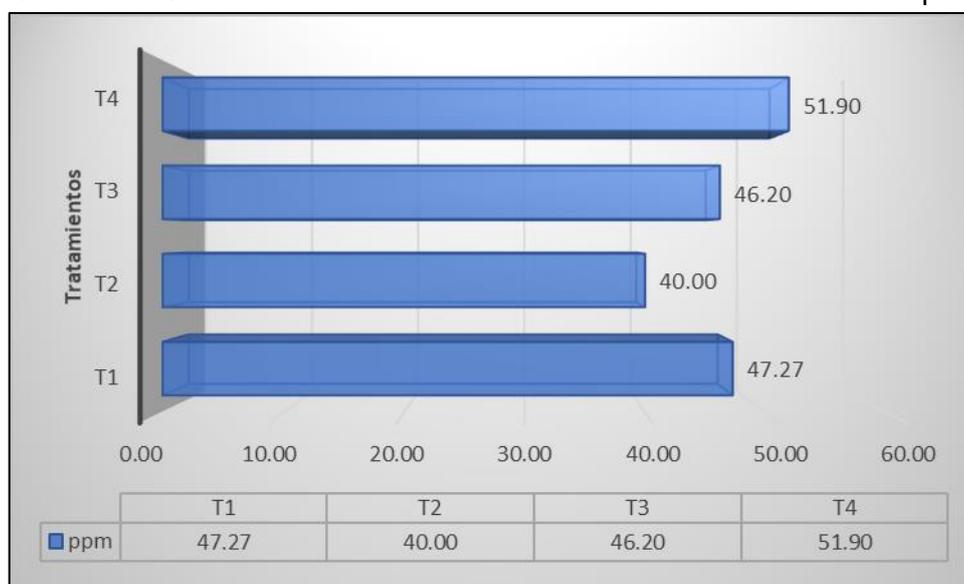
Cuadro N°37: Prueba de Duncan al 5% para la variable contenido de fósforo

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T4	51.9	A
T1	47.27	A
T3	46.2	A
T2	40	A

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°37 se observa que una vez realizado la prueba de Duncan se generó un solo rango de significancia, el rango A en el cual se encuentran todos los tratamientos.

Gráfico N°26: Valores de las medias del contenido de fósforo del compost



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°26 se tiene los valores promedios de los tratamientos con respecto, al contenido de potasio identificando como el mejor al T4 (90% residuos domésticos + 10% aserrín) con un valor de 51.90 ppm frente al resto de tratamientos que presentan valores menores. Se puede afirmar que el contenido de fósforo en el compost no está influenciado por la inoculación de microorganismos eficiente y la cantidad de cabello humano.

Cuadro N° 38: Resumen de los parámetros físicos y químicos

Tratamientos	N	P	K	CE (mS/cm)	PH	M.O.(%)	Humedad (%)	Rendimiento (%)
T4	1566.67	51.9	738.67	0.52	7.67	4.94	10.31	99.82
T3	2866.67	46.2	475.67	2.12	5.44	6.54	12.91	69.21
T2	2300	40	568.67	1.31	6.09	6.74	10.01	76.44
T1	2266.67	47.27	559	1.24	5.48	6.8	9.46	92.81

Bajo	Medio	Alto
------	-------	------

Fuente: Elaboración Propia

### 3.10. Verificación de las hipótesis

Una vez analizadas las variables se puede afirmar que la composición física y química del compost de cabello humano está influenciado por la dosis de cabello como por el nivel de microorganismos eficientes, al igual que el rendimiento.

#### IV. DISCUSIÓN

En el estudio que realizó Jácome, 2013 se puede observar que el tratamiento (T2) que consta de 1 Lt. Microorganismos eficientes + 10% cabello humano + 24% estiércol + 64% pasto, en el que obtuvo los mejores resultados de macro nutrientes (N, P, K) con valores de 0.12%, 0.028% y 0.60% respectivamente. Comparando estos resultados el tratamiento (T1) el cual consta de 1 Lt. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín en la que se consiguió macronutrientes con valores de 0.22% de N, 0.0047% P y 0.056% de K. Pudiéndose observar que se logró obtener mayor contenido de nitrógeno pero menor cantidad de fósforo y potasio, esto se debe a que se usó otros insumos en la producción de compost tales como el estiércol y pasto, además comparando la materia orgánica se pudo determinar una diferencia de 9% debido a que el uso mayor cantidad de cabello humano y pasto en su proceso, sin embargo con respecto a la conductividad eléctrica el obtuvo un valor elevado de 12 mS/cm la cual indica que su compost tiene una alta salinidad, ya que está condicionada por la concentración de sales, y por la presencia de iones amonio o nitrato (Moreno, J. et. Al., 2015, págs. 31-32) a diferencia de mi producto en la cual consiguió 1.31 mS/cm. Por otra parte con respecto al pH se obtuvo un compost ligeramente ácido, debido a que los materiales vegetales como restos de cocina liberan muchos ácidos orgánicos y tiende a acidificar el medio (FAO, 2003, pág. 24); por último se tiene al rendimiento, en el cual se obtuvo un valor más alto (92.81% en comparación con Jácome, 2013 que obtuvo 65%) debido a que él usó una mayor cantidad de cabello.

## V. CONCLUSIÓN

- La composición física del compost de cabello humano está influenciado por la cantidad de cabello y por el nivel de microorganismo eficientes, ya que todos los tratamientos que contienen dichos sustratos tienden a un pH ácido mientras que el tratamiento testigo tiende a un pH básico y con respecto a la temperatura los microorganismos eficientes tienden a generar mayor temperatura en el proceso de compostaje a diferencia del T4 que no se le inocularon microorganismos presentado una temperatura menor.
- El T1 (1 Lt. Microorganismos eficientes + 15% cabello humano + 75% residuos domésticos + 10% aserrín) presenta mejores resultados con respecto a la composición química por tener mayor concentración de macro nutrientes con valores de 2266 ppm o 0.22% de N, 559 ppm o 0.056% de K y 47.27 ppm o 0.0047% de P.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar compost a partir de los residuos que se generan en las áreas verdes con apoyo de la municipalidad para poder evaluar si mejorará la composición química del compost.
- Reutilizar el cabello humano que no se ha degradado y volver a generar compost a partir de este y analizar sus propiedades físicas y químicas.
- Se recomienda la fomentación de plantas de compostaje para poder aprovechar los recursos que se destinan al relleno sanitario y poder generar un mercado de bioabonos.
- Se sugiere implementar otro tipo de tecnología en la obtención de compost usando cabello humano y la implementación de microorganismos eficientes, en la obtención de mejores resultados.

## VII. REFERENCIAS

- Acurio G., Rossin A., Teixeira P. y Zepeda F. 1997. "Diagnósticos de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe". Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4768/Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20del%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1>
- Álvarez, J. 2009. "Manual de Compostaje para Agricultura Ecológica" Fecha de consulta 20/05/2017. Disponible en la página web: [https://www.researchgate.net/publication/311789650\\_Manual\\_de\\_compostaje\\_para\\_Agricultura\\_Ecologica](https://www.researchgate.net/publication/311789650_Manual_de_compostaje_para_Agricultura_Ecologica)
- Arenas, R; Romero, E; Túpac, H. 2002. "Caracterización de residuos sólidos urbanos (áreas verdes y mercados) para la elaboración de compost en el distrito de Los Olivos". Trabajo de investigación del Ciclo Optativo de Profesionalización en Gestión de la Calidad y Auditoría Ambiental. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Atlas, R. y Bartha, R. (2002). Ecología microbiana y Microbiología Ambiental. Editorial Pearson Education, 4 ta Edición: Madrid  
ISBN: 84-7829-039-7
- Autoridad Nacional del Agua, 2016. "Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos" Fecha de consulta 20/05/2017. Disponible en la página web: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_139-2016-ana.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._139-2016-ana.pdf)
- Avendaño, D., (2003). El proceso de compostaje. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <https://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wp-content/uploads/2010/10/Compostaje.pdf>
- Barrena, R. 2006. "Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso". Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Buendía, R. 2012. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Cais J., Folguera L. y Formoso C. 2014. Cuadernos Metodológicos, Investigación Cualitativa Longitudinal. Centro de Investigaciones Sociológicas: Madrid.  
ISBN: 978-84-7476-653-0

- Campos E., Elías X. y Flotats X. (2012). Procesos Biológicos: la digestión anaeróbica y el compostaje. España, Madrid: Edición Díaz de Santos. ISBN: 978-84-9969-133-6
- Cegarra, J. 2004. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Diaz de Santos: Madrid.  
ISBN: 978-84-9969-027-8
- Companys, R. y Corominas, A., (1988). Planificación y rentabilidad de proyectos industriales. 1era Edición, Marcombo: España, Barcelona  
ISBN: 84-267-0717-3
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (s/f), Producción de Abonos Orgánicos de Buena Calidad. Bogotá, D.C.: Producción Editorial ISBN: 978-958-8311-53-1
- Coursera, 2018. Municipal Solid Waste Management in Developing Countries. Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <https://www.coursera.org/learn/solid-waste-management>
- Cuervo, N. 2010. "Estudio del proceso de compostaje de los lodos producidos en la operación de pelambre en la industria del curtido de pieles". Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- FAO (s/f). Qué pueden hacer gobiernos, campesinos, las empresas alimentarias –y usted- frente al desperdicio de alimentos. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/news/story/es/item/196445/icode/>
- FAO, (s/f), Despilfarro de alimentos: datos y cifras clave. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/news/story/es/item/196450/icode/>
- FAO, (2003), ON-FARM COMPOSTING METHODS. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: [http://www.fao.org/organicag/doc/on\\_farm\\_comp\\_methods.pdf](http://www.fao.org/organicag/doc/on_farm_comp_methods.pdf)
- FAO, (2003), On-farm composting methods. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: [ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lwdp2\\_e.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lwdp2_e.pdf)

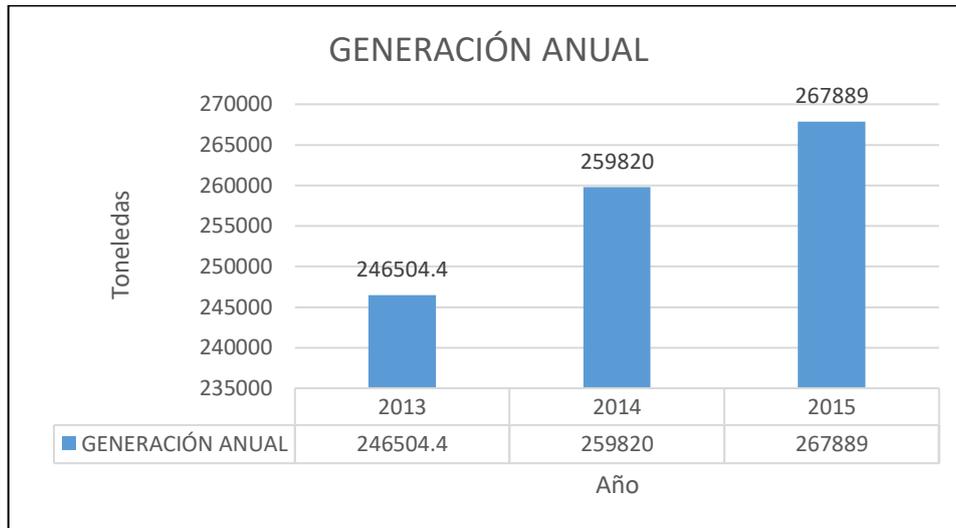
- FAO, (2013). Compostaje: vamos a devolver algo al suelo. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>
- FAO, (s/f). Por primera vez el ICA certifica en Antioquia un emprendimiento de agricultura familiar para producir abono orgánico. Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/en/c/335378/>
- FAO, 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Roma, Italia: FAO  
ISBN: 92-5-302553-0
- FAO, 2013. FOOD WATAGE FOOTPRINT IMPACTS ON NATURAL RESOURCES. Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>
- FAO, s/f. Textura del Suelo [Internet]. FAO, 2016 [cited 12 November 2016]. Disponible en la página web: [ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_training/FAO\\_training/General/x6706s/x6706s06.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/General/x6706s/x6706s06.htm)  
Fecha de Consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>
- Gómez, M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica. Editorial Brujas, 1era Edición: Argentina  
ISBN: 987-591-026-0
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (2013). Guía de manejo de microorganismo eficientes (ME). Managua, Nicaragua.  
ISBN: 978-92-9248-461-3
- INEI 2015. Compendio Estadístico Lima Provincias 2014. Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en la página de web: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1267/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1267/Libro.pdf)
- Jácome, G. 2013. "Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y Trichoderma spp, como agentes aceleradores de compostaje". Tulcán, Ecuador. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

- Meadows, D.; Meadows, I.; Randers, J.; Behrens, W. (1972). The Limits to Growth, a report for the club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. Washington: Universe Books New York.  
ISBN: 0-87663-165-0
  
- MINAM, 2014. Guía de Muestreo de Suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/Guias-y-Resolucion-Ministerial-N%C2%B0-085-2014-MINAM.pdf>
  
- Moreno J., Moral R., García L., Pascual J. y Bernal M. (2015). De Residuo a Recurso, el camino hacia la sostenibilidad. España, Madrid: Ediciones Mundi – Prensa.  
ISBN: 978-84-8476-706-0
  
- Moreno R. y Moreno J. (2008). Compostaje. España, Madrid; Ediciones Mundi-Prensa.  
ISBN: 978-84-8476-346-8
  
- Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011.PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO 2015 -2021 [cited 12 November 2016].Disponible en la página web: <http://munisjl.gob.pe/transparencia/plan-de-desarrollo-concertado-2015-2021.pdf>
  
- Oliveira, C. 2010. “EFECTOS DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA (VACAZA, GALLINAZA Y CUYAZA), ENRIQUECIDOS CON MICROORGANISMOS BENÉFICOS (EM) EN CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) LAMAS”. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín.
  
- Patricio, V. (2009). Metodología de la investigación científica y bioestadística. Ril Editores: Chile, Santiago de Chile ISBN: 978-956-284-685-1
  
- Quispe, V. 2014. “Capacidad del cabello humano para la remoción del Plomo de aguas contaminadas del Rio Rímac por efluentes mineros en Chilca – Huarochirí, Enero-Marzo, 2014” Lima, Perú. Universidad Cesar Vallejo.
  
- Riera, N. 2009. “Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas”. Buenos Aires, Argentina. Universidad de Morón.
  
- Sacali, M. (2011). Estandar de Milady Barbería profesional.Canada: Cengage Learning, 5ta Edición.  
ISBN: 978-1-4354-9708-5

- Solís, L. y Amado, J. (2003). Principios básicos de contaminación ambiental. 1era Edición, México: Universidad Autónoma de Estado de México.  
ISBN: 9688358134
  
- Somoza, O., (2004). La muerte violenta inspección ocular y cuerpo del delito. España, Madrid: La Ley – Actualidad 1era Edición.  
ISBN: 84-9725-574-7
  
- Soto, G., (2003). Taller de Abono Orgánicos. Fecha de Consulta: 19/06/2016. Disponible en la página web: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3060/Memorias\\_3060.pdf;jsessionid=27EB7794FA2E24D313EB8843F2B69201?sequence=1](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3060/Memorias_3060.pdf;jsessionid=27EB7794FA2E24D313EB8843F2B69201?sequence=1)
  
- Spiro, T. y Stigliani, W. (2004). Química Medioambiental. Madrid: Person Educación.  
ISBN: 84-205-3905-8
  
- Tortora, G., Funke, B. y Case, C. (2007). Introducción a la Microbiología. España, Madrid: Editorial Médica Panamericana, 9na Edición. ISBN: 978-950-06-07-40-7
  
- Waste Concern, 2006. “Decentralised Composting for Cities of Low – and Middle Income Countries a Users´ Manual” Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en la página web: [https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid\\_Waste/W3/Decentralised\\_Composting\\_Cities\\_Low\\_Middle\\_Income\\_2006.pdf](https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid_Waste/W3/Decentralised_Composting_Cities_Low_Middle_Income_2006.pdf)
  
- Wilkison J. y Moore R. 1990. Cosmetología de Harry. España, Madrid: Ediciones Diaz de Santos, S. A.  
ISBN: 84-87189-38-5

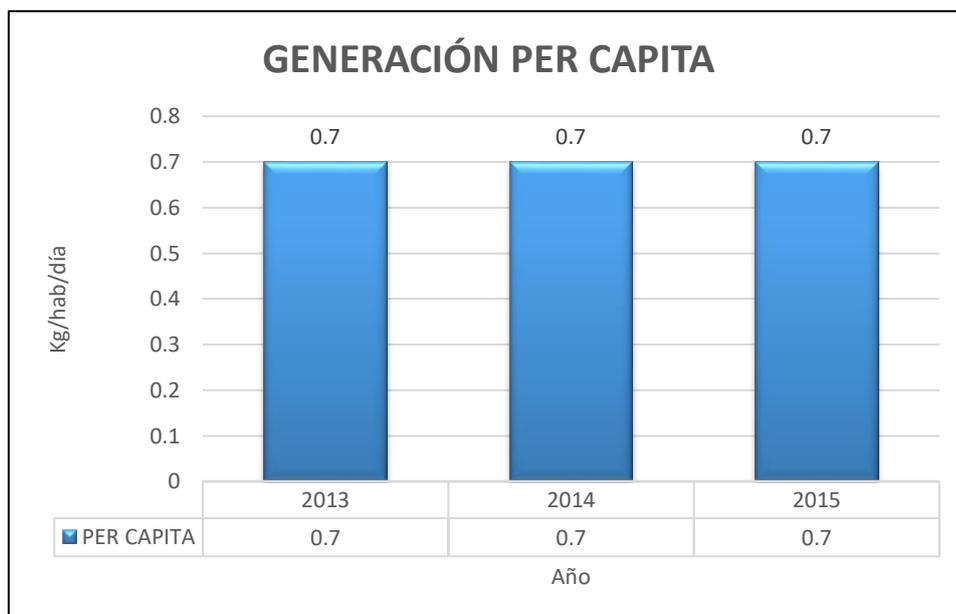
## ANEXOS

**Anexo 1:** Generación anual de residuos en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2013 - 2015



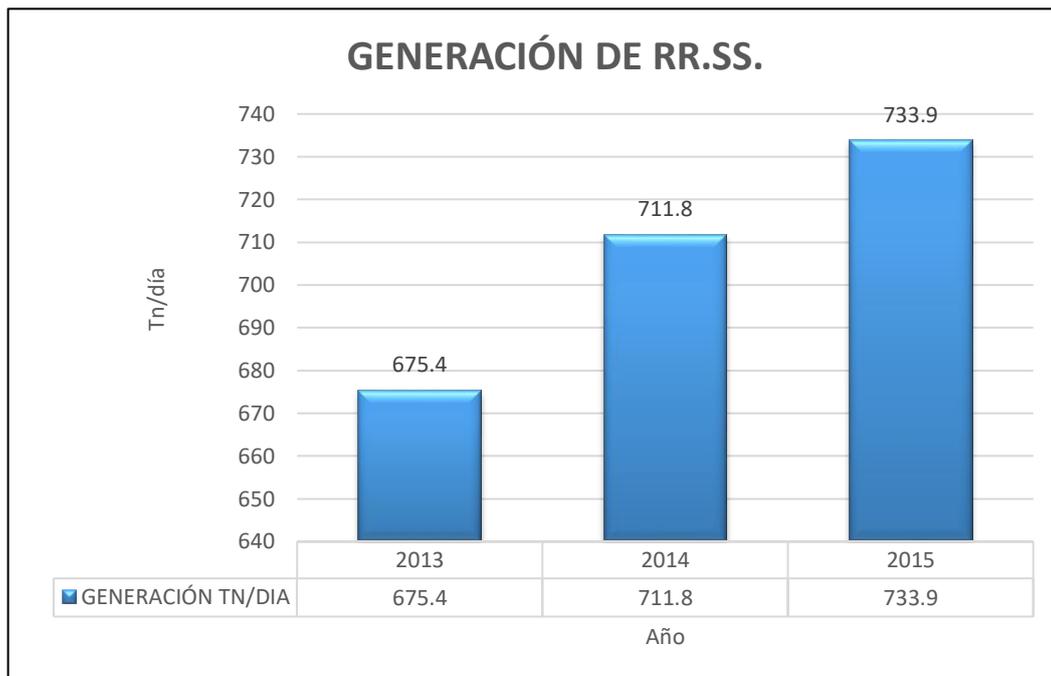
Fuente: INEI, 2015

**Anexo 2:** Generación Per Cápita de residuos sólidos en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2013 - 2015



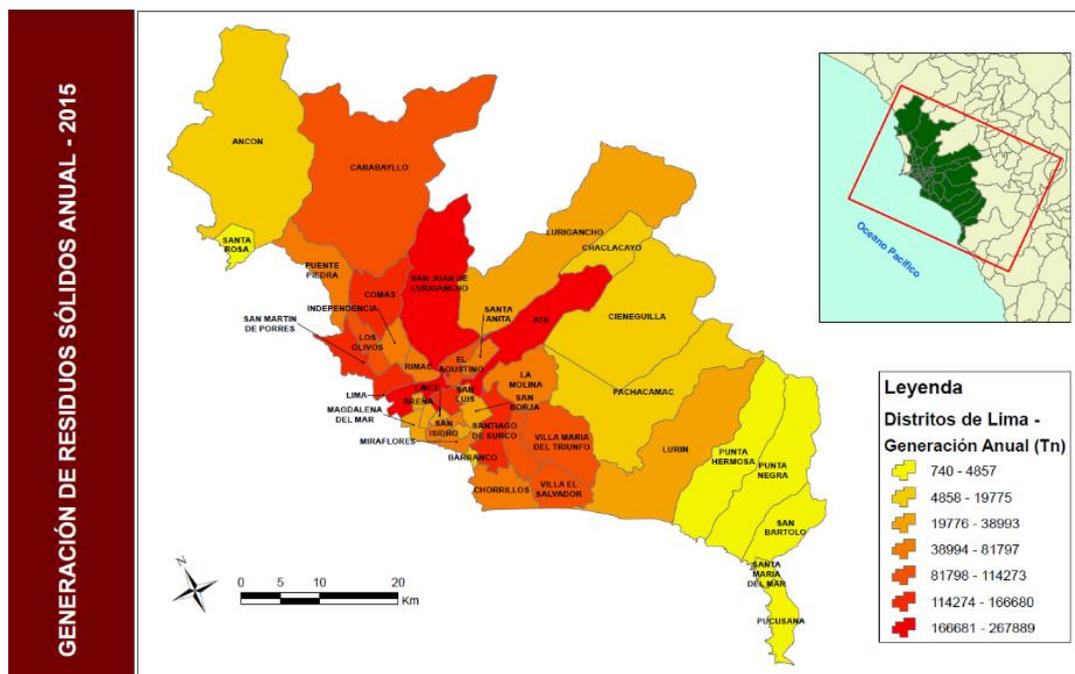
Fuente: INEI, 2015

**Anexo 3:** Generación Tn/día de residuos sólidos en el distrito de San Juan de Lurigancho



Fuente: INEI, 2015

#### Anexo 4: Mapa de generación anual de residuos en el en la provincia de Lima



Fuente: INEI, 2015

## Anexo 5: Ficha de parámetros in situ de pH

FICHA DE PARAMETROS IN SITU																
Operador	Osmar Torres Luque															
Observaciones																
SEMANAS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE(PH)																
	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16
P-01	5.5	6.5	7.1	7.59	7.28	6.7	6.8	6.6	6.7	6.85	6.53	6.56	6.55	6.5	6.75	6.65
P-02	6	6	6.95	7.25	7.2	6.85	6.78	6.55	6.4	6.5	6.35	6.43	6.45	6.55	6.61	6.51
P-03	4.5	5.5	6.98	7.29	7.25	6.94	6.81	7.01	7.03	6.8	6.7	6.43	6.5	6.7	6.72	6.7
P-04	6	6	6.95	7.43	7.4	6.9	6.74	6.45	6.88	6.85	6.6	6.5	6.55	6.7	6.67	6.72
P-05	5.2	5.5	6.9	7.51	7.76	7.29	7.13	6.9	7.01	6.9	6.65	6.55	6.6	6.5	6.55	6.61
P-06	6.2	5.5	6.68	7.25	7.25	6.5	7.75	6.55	6.75	6.9	6.55	6.5	6.6	6.6	6.7	6.75
P-07	5.5	6	6.92	7.26	7.86	7.78	7.82	7.85	7.83	7.7	7.8	7.82	7.8	7.81	7.8	7.78
P-08	5	6	6.81	7.21	7.28	6.93	6.9	6.8	6.75	6.7	6.65	6.67	6.7	6.5	6.75	6.81
P-09	5	6.2	6.81	7.27	8.02	7.99	7.83	7.9	7.92	7.9	7.87	6.8	7.8	7.82	7.85	7.8
P-10	4.5	6	6.39	7.21	7.84	8.01	7.92	7.91	7.78	7.82	7.75	7.78	7.71	7.76	7.8	7.75
P-11	5.5	5.5	6.45	6.81	7.05	7.07	6.8	7.06	6.9	6.83	6.65	6.5	6.55	6.6	6.7	6.7
P-12	6	6.5	6.48	6.82	7.14	6.74	6.4	6.61	6.77	6.75	6.45	6.53	6.5	6.6	6.55	6.67

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6: Ficha de parámetros in situ de Temperatura

FICHA DE PARAMETROS IN SITU																
Operador	Osmar Torres Luque															
Observaciones																
SEMANAS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE(T°)																
Parcela	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16
P-01	38	35	38.3	32.3	32	32	31	30	27	26	27	25	22.5	22	23	22
P-02	35	38.5	36	32	34	34	31	30	28	26	27	26	22	22	23	22
P-03	40	43	38	34	33	32	31	29	27	26	27	26	23	22	23	22
P-04	32.7	34	37.5	35	35	33	32	29	28	27	28	27	23	22	23	22
P-05	39	39	40	33	34.6	32	31	29	27	25	26.5	25	22.5	22.5	22	22
P-06	35	35.5	35	32	33	32	30	29	27	26	26	25	23	22	22	22
P-07	35.3	34	36	32	32	31	31	28	27	25	27	26	22	21	23	22
P-08	35	33	38.3	34	35.3	33.7	33	31	28	26.5	28	27	23	22	23	22
P-09	34	32	33.6	30	29	28	27	27	25	24	25	24	22	22	22	22
P-10	37	34	34	30	29	29	28	27	25	24	25	24	22	22	21	21
P-11	43.6	38	37.3	33	33	31.7	31	29	27	25	26.5	25	23	22	22	21
P-12	39.3	37	39	32	33.3	31	32	29	28	26	27	26	23	22	23	22

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7: Informe de Análisis Químico de las muestras de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : OSMAR TORRES LUQUE  
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ SAN JUAN DE LURIGANCHO  
MUESTRA DE : SUSTRATO  
REFERENCIA : H.R. 59527  
BOLETA : 556  
FECHA : 17/07/17

N° LAB	CLAVES	N %	P ppm	K ppm
4888	Trat. 1, Repet I	0.27	37.60	548
4889	Trat. 1, Repet II	0.26	49.10	696
4890	Trat. 1, Repet III	0.15	55.10	433
4891	Trat. 2, Repet I	0.16	21.00	398
4892	Trat. 2, Repet II	0.27	52.30	676
4893	Trat. 2, Repet III	0.26	46.70	632
4894	Trat. 3, Repet I	0.27	36.00	459
4895	Trat. 3, Repet II	0.31	59.90	506
4896	Trat. 3, Repet III	0.28	42.70	462
4897	Trat. 4, Repet I	0.13	34.80	692
4898	Trat. 4, Repet II	0.16	47.50	632
4899	Trat. 4, Repet III	0.18	73.40	892



Sady Garcia Bendezu  
Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: UNALM

# Anexo 8: Pantallazo del Turnitin

OSMAR TORRES | DPI



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Compostaje de eaballo humano utilizando microorganismos eficientes en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017

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

**AUTOR**  
 OSMAR JUNIOR TORRES LUQUE

**ASESOR**  
 MSc. QUIJANO PACHECO, WILBER SAMUEL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
 TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

**LIMA - PERU**  
 2017 - I

Resumen de coincidencias

23 %

23

1	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	4 %
2	Entregado a Universidad... <small>Trabajo del estudiante</small>	3 %
3	www.produccion-anim... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
4	repositorio.unas.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %
5	dspace.untr.u.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %
6	repositorio.lamolina.ed... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
7	es.slideshare.net <small>Fuente de Internet</small>	1 %
8	www.switchurbanwater... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
9	Entregado a Universidad... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %
10	dspace.unh.es <small>Fuente de Internet</small>	1 %
11	www.slideshare.net <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
12	documents.mx <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
13	www.gexpurines.com <small>Cuenta de Internet</small>	<1 %

feedback studio

Text-only Report | High Resolution | Activado

Página: 1 de 75

Número de palabras: 17714

Anexo 9: Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

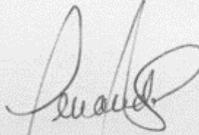
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 07
		Fecha : 31-03-2017
		Página : 1 de 1

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO  
 ..... docente de la Facultad DE INGENIERÍA ..... y Escuela  
 Profesional DE INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo  
 ..... (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" COMPOSTAJE DE CABELO HUMANO UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA  
ORDENACIÓN SANTA RITA, SAN JUAN DE LURESACUA, 2017  
 ..... "  
 del (de la) estudiante OSMAR JUNIOR TORRES LUQUE  
 ..... constato que la investigación tiene un índice de  
 similitud de 23 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las  
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis  
 cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la  
 Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha SAN JUAN DE LURESACUA, 24/11/2018

  
 .....  
 Firma  
Mg. Sernaque Aucchuasi, Fernando Antonio  
 DNI: 07268963

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



Anexo 11: Autorización Final



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
Mg. FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

OSMAR JUNIOR TORRES LUQUE

INFORME TÍTULADO:

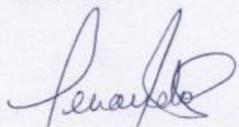
COMPOSTAJE DE CABELLO HUMANO UTILIZANDO  
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA URBANIZACIÓN CANTO  
BELLO., SAN JUAN DE LURIGANCHO 2017

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 29 de Julio del 2017

NOTA O MENCIÓN: 13

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN