



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Contenido de metales pesados en compost  
elaborado con residuos de camal, vegetales y  
estiércol en la provincia de Chupaca, Junín, 2017**

para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Ambiental

**Guadalupe Angélica Gamarra Puchoc**

Huancayo, 2019



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **ASESOR**

M. Sc. Ing. Edwin Paucar Palomino

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por iluminar mi camino y dirigirme hasta donde estoy ahora. Por permitirme terminar el presente trabajo de investigación y cumplir con una de las metas que tengo propuesto.

Asimismo, a la Municipalidad Provincial de Chupaca por facilitarme el ingreso al Camal Municipal de Chupaca, que sin estos no hubiera podido hacer posible realizar la etapa experimental y la culminación de la tesis; especialmente al Médico Veterinario.

A mi asesor de tesis al M. Sc. Ing. Edwin Paucar Palomino, por la asesoría brindada para la realización de la tesis, particularmente por su paciencia y motivación para realizar el presente proyecto de tesis y en la redacción del informe final.

## **DEDICATORIA**

Dedico especialmente el presente trabajo a mis queridos padres, Carlos y Angélica y mi hermano Vladimir, por su amor, sacrificio y absoluto apoyo en todo momento; por inculcarme valores y enseñanzas que a lo largo de mi vida me han permitido confrontar los retos del día a día de la mejor manera. De igual manera a mis seres queridos que no se encuentran a mi lado a mi hermano Carlitos que desde donde este él siempre me guiara.

## ÍNDICE

<b>ASESOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xii</b>

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	14
1.1.1. Planteamiento del problema .....	14
1.1.2. Formulación del problema.....	18
1.2. Objetivos .....	19
1.2.1. Objetivo general.....	19
1.2.2. Objetivos específicos .....	19
1.3. Justificación e importancia .....	19
1.3.1. Justificación práctica.....	19
1.3.2. Justificación metodológica .....	20
1.3.3. Justificación científica.....	20
1.3.4. Importancia.....	21
1.4. Hipótesis y variables .....	21
1.4.1. Hipótesis General.....	21
1.4.2. Hipótesis nula .....	21
1.4.3. Hipótesis alternativa.....	21
1.4.4. Variables.....	22
1.4.5. Operacionalización de las variables numeración.....	23

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos .....	24
2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis.....	30
2.2. Bases teóricas .....	32
2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación.....	32
2.2.1.1. Residuos de Camal .....	32

2.2.1.2.	Características de los Residuos de Camal o Matadero .....	34
2.2.1.3.	Residuos Vegetal .....	35
2.2.1.4.	El Compost.....	35
2.2.1.5.	Ventajas del Compost.....	36
2.2.1.6.	Calidad del Compost. ....	36
2.2.1.7.	Metales pesados .....	37
2.2.1.8.	Metales pesados no esenciales .....	39
2.2.1.9.	Metales Pesados esenciales o micronutrientes.....	40
2.2.2.	Fundamentos metodológicos de la investigación .....	41
2.2.2.1.	El Proceso de Compostaje. ....	41
2.2.2.2.	Las fases del proceso de compostaje. ....	43
2.2.3.	Modelo teórico de la investigación .....	45
2.3.	Definición de términos .....	45

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1.	Método, tipo y nivel de la investigación .....	48
3.1.1.	Métodos de la investigación. ....	48
3.1.2.	Tipo de la investigación .....	67
3.1.3.	Nivel de la investigación .....	67
3.2.	Diseño de la investigación.....	67
3.3.	Población y muestra .....	69
3.3.1.	Población .....	69
3.3.2.	Muestra.....	69
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	69
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	69
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	69
3.5.	Técnicas de análisis y procesamiento de datos.....	70

### **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Resultados de la investigación.....	71
4.1.1.	Contenido de Cu .....	71
4.1.2.	Contenido de Zinc.....	75
4.1.3.	Contenido de cadmio .....	79
4.1.4.	Contenido de plomo .....	83

4.2. Discusión de resultados.....	87
4.2.1. Contenido de cobre .....	87
4.2.2. Contenido de zinc .....	88
4.2.3. Contenido de cadmio .....	89
4.2.4. Contenido de plomo .....	90
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables .....	23
Tabla 2. Desechos comestibles de los mataderos en Colombia.....	33
Tabla 3. Contenido de materia orgánica y micronutrientes en el estiércol de diferentes animales. ....	34
Tabla 4. Composición química de la sangre.....	35
Tabla 5. Parámetros del Compostaje.....	37
Tabla 6. Límites de concentraciones de metales pesados según la EPA de Australia (35). 37	
Tabla 7. Tratamientos en estudio. ....	68
Tabla 8. Análisis de compost.....	68
Tabla 9. Resultados del contenido de cobre en el compost.....	71
Tabla 10. Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para el cobre del compost.....	72
Tabla 11. Prueba de Kruskal – Wallis. Contenido de cobre en el compost. ....	73
Tabla 12. Representación de la prueba de hipótesis correlacional no paramétrica para la comprobación de las aseveraciones formuladas. ....	74
Tabla 13. Resultados del contenido de zinc (mg/kg) en el compost.....	75
Tabla 14. Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para el contenido de zinc del compost. ....	76
Tabla 15. Prueba de Kruskal – Wallis. Contenido de zinc en el compost. ....	77
Tabla 16. Resultados del contenido de cadmio (mg/kg) en el compost.....	79
Tabla 17. Prueba de normalidad de Shapiro – Wilks para el contenido de cadmio en el compost. ....	79
Tabla 18. Análisis de variancia del contenido de cadmio (mg/kg) en el compost. ....	80
Tabla 19. Prueba de comparación múltiple de Duncan para tratamientos. Contenido de cadmio (mg/kg) en el compost. ....	81
Tabla 20. Resultados del contenido de plomo (mg/kg) en el compost. ....	83
Tabla 21. Prueba de normalidad de Shapiro – Wilks para el contenido de plomo en el compost. ....	83
Tabla 22. Análisis de variancia del contenido de plomo (mg/kg) en el compost.....	84
Tabla 23. Prueba de comparación múltiple de Duncan para tratamientos. Contenido de plomo (mg/kg) en el compost. ....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nunca imaginó vivir de la basura orgánica. ....	16
Figura 2. El suelo de La Oroya presenta altos niveles de plomo, a la vez perjudica a la población y a la agricultura. ....	17
Figura 3. Proceso del compostaje. ....	44
Figura 4. Modelo teórico de la investigación ....	45
Figura 5. Lugar de experimento.....	49
Figura 6. Croquis del lugar de experimento. ....	52
Figura 7. Modelo explicativo del diseño experimental.....	68
Figura 8. Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la Cantidad de Cobre. ....	73
Figura 9. Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el Cobre.....	74
Figura 10. Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la Cantidad de Zinc.....	77
Figura 11. Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el Zinc. ....	78
Figura 12. Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la Cantidad de Cadmio.....	81
Figura 13. Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el Cadmio. ....	82
Figura 14. Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la cantidad de plomo.....	85
Figura 15. Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el plomo. ....	86

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.

**Métodos:** Investigación Experimental de tipo Aplicada y de Diseño experimental Completamente al Azar con 3 repeticiones, en una cantidad promedio de mezcla de 50 kg por unidad experimental, en un sistema de pilas sobre la superficie. El método específico estuvo basado en el Análisis y Observacional. Se utilizaron 4 tratamientos con 40, 50, 60 y 70 % de residuos de camal en mezclas proporcionales con 15, 20 y 30 % de residuos vegetales y estiércol de vacuno, además de un tratamiento testigo con 60 % de residuos vegetales y 40 % de estiércol. La recolección de datos fue mediante la Observación. Se utilizó la distribución t para la prueba de Hipótesis. **Resultados:** El cadmio superó el límite máximo permisible (LMP) de la Agencia de Protección Ambiental de Australia, establecido en 1 mg/kg, el plomo no superó el LMP del EPA-Australia, establecido en 150 mg/kg respectivamente; el cobre y zinc, metales esenciales, no superaron los LMP del EPA, establecidos en 150 mg/kg y 300 mg/kg, respectivamente. **Conclusiones:** El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017, sobrepasan los límites máximos permisibles, entre ellos tenemos al Cd que su promedio de los tratamientos realizados es de 1.78 y los sobrepasan los límites máximos permisibles, el Cu que su promedio de los tratamientos realizados es de 20.07, el Zn que su promedio de los tratamientos realizados es de 77.84 y Pb que su promedio de los tratamientos realizados es de 22.27, estos tres elementos están por debajo del LMP.

**Palabras clave:** compost, metales pesados, residuos de camal, estiércol y vegetal.

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the content of heavy metals in the compost of slag mixed with plant residues and manure in the Province of Chupaca, Junín, 2017. **Methods:** Experimental research of Applied type and experimental design with Randomly 3 repetitions, in an average amount of mixture of 50 kg per experimental unit, in a system of piles on the surface. The specific method was based on the Analysis and Observational. Four treatments were used with 40, 50, 60 and 70 % of camal residues in proportional mixtures with 15, 20 and 30 % of vegetal residues and cow dung, in addition to a control treatment with 60 % of vegetable residues and 40 % of manure the data collection was through Observation. The distribution t was used for the hypothesis test. **Results:** Cadmium exceeded the maximum permissible limit (LMP) of the Australian Environmental Protection Agency, set at 1 mg / kg, the lead did not exceed the LMP of the EPA-Australia, set at 150 mg / kg respectively; copper and zinc, essential metals, did not exceed the LMP of the EPA, established at 150 mg / kg and 300 mg / kg, respectively. **Conclusions:** The content of heavy metals in the waste compost mixed with vegetable waste and manure in the Province of Chupaca, Junín, 2017, exceeds the maximum permissible limits, among which we have the Cd that their average of the treatments performed is of 1.78 and exceed the maximum permissible limits, the Cu that its average of the treatments performed is 20.07, the Zn that its average of the treatments performed is 77.84 and Pb that its average of the treatments performed is 22.27, these three elements they are below the LMP.

**Key words:** compost, heavy metals, slag, residues, manure and vegetable waste's.

## INTRODUCCIÓN

Los residuos de la actividad humana, deben ser procesados para evitar su acumulación en los lugares de disposición final, debido a que generan contaminación ambiental. En nuestro país son escasas las regulaciones sobre la gestión de residuos. Frente a esta situación, una de las opciones es el compostaje, debido a la elevada necesidad de materia orgánica de los suelos; por lo que la producción de compost debe formar parte del proceso integral de tratamiento de residuos orgánicos y como una tecnología disponible. El compost es ampliamente utilizado para mejorar la estructura del suelo, estimular la actividad microbial, incrementar el contenido de carbono y añadir nutrientes. A pesar de sus ventajas, su utilización no está exenta de riesgos, sobre todo los derivados del uso de la materia orgánica no estabilizada. Los principales son: la reducción del oxígeno radicular, la producción de compuestos fitotóxicos en el suelo o la inmovilización de nitrógeno por los microorganismos con alta relación C/N.

El compost ayuda a mitigar grandes impactos ambientales de repercusión global, como el calentamiento global y es la opción más respetuosa con el medio si se compara con el vertido directo, la estabilización para vertido por tratamientos mecánico-biológicos o la incineración (Hong et al., 2006). Soluciona parcialmente el problema de vertido de residuos urbanos y, además, el producto generado actúa como un sumidero de carbono, y por tanto contribuye a la reducción del efecto invernadero. Por último, actúa como una enmienda orgánica en la restauración de suelos amenazados por la erosión y afectados en mayor o menor medida por algún tipo de degradación. No obstante, ciertas medidas de seguridad o valores límites recomendados deben tenerse en cuenta en la aplicación de compost para un correcto equilibrio suelo-planta.

Así, la generación de los desechos orgánicos que se generan en la industria cárnica es un gran problema, ya que al haber una mezcla de los mismos en los efluentes de los rastros la

carga orgánica es demasiada y la problemática es mayor, siendo casi nulos el manejo y aprovechamiento; sin embargo, lejos de ver a los desechos como un contaminante, estos pueden tener una amplia aplicación desde la elaboración de compostas, hasta la alimentación animal.

En el capítulo I de la tesis se muestra el problema en relación de los desechos orgánicos ya que es un problema en la actualidad, además esto se puede recuperar, valorizar y reutilizar los residuos entre ellos tenemos una alternativa que es el compostaje.

En el capítulo II se muestran los antecedentes adecuados del tema de investigación, también se da a conocer los fundamentos teóricos y metodológicos en las bases teóricas, complementario a la definición de términos respecto al estudio; de igual manera, considerando las bases teóricas se llevó a realizar un modelo teórico adecuado para el estudio con el objeto de lograr un aporte científico y académico.

En el capítulo III se realizó la metodología de la investigación; tomando en cuenta una información apropiada, adicionalmente la delimitación de la población, muestra y también se realizó la recolección de datos adecuados para la tesis.

En el capítulo IV se evidencian los resultados de la presente investigación, también el análisis y comprobación estadística mediante la Prueba de Shapiro –Wilk y la Prueba de Kruskal – Wallis.

Finalmente concluyo que los metales pesados no esenciales Cd, Pb analizados en el compost preparado con diferentes proporciones, el Cd supero LMP de la Agencia de Protección Ambiental de Australia que es de 1 mg/kg; el Pb no superó el LMP del EPA-Australia, establecido en 150 mg/kg. Los metales pesados esenciales como Cu, Zn no superan los LMP de la EPA, el Cobre tiene como LMP 150 mg/kg; el Zn tiene como LMP 300 mg/kg.

La autora.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

##### **1.1.1. Planteamiento del problema**

La generación de desechos orgánicos resulta en la actualidad uno de los principales causantes de contaminación ambiental a nivel mundial ya que se produce en grandes volúmenes y se acumula en espacios inadecuados, por lo cual es necesario desarrollar nuevas estrategias con el fin de evitar problemas de contaminación ambiental (1). En México, se producen grandes volúmenes y se acumulan en espacios inadecuados ya que sólo el 75 % de la basura es colectada para depositarla en rellenos sanitarios y tiraderos, mientras que el 25 % restante no es colectada (2).

Los residuos sólidos urbanos provenientes de las basuras domésticas de los vertederos sin previa clasificación, presentan contenido de metales pesados especialmente Cd y Pb. (3).

Los metales pesados (4) existentes, pueden ser micronutrientes esenciales para las plantas como Cu y Zn; pero otros como Cd, Pb, Ni, Hg y Co no lo son y a partir de una determinada concentración pueden ser tóxicos para las cadenas trófica suelo- planta- animal y hombre. Asimismo, el Cd, Ni, Cu, Zn, son los metales más problemáticos debido a sus efectos negativos sobre el metabolismo la fisiología de la planta.

Según Canarutto (5), el proceso de maduración del compost aumenta las concentraciones de ácidos húmicos con respecto a los ácidos fúlvicos se puede alterar en su calidad del compost asimismo alterar las formas químicas de los metales pesados.

Según Wong (6), el compost de estiércol es una alternativa para aumentar la fertilidad del suelo y la producción de cultivos en la agricultura orgánica. La adición de compost de estiércol aumento la materia orgánica total, los macro-nutrientes (N, P, Mg, Na, Ca y K) y los micronutrientes (Cu, Zn y Mn) en los suelos.

El decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos, en el artículo 2; menciona que como primera finalidad es la prevención o minimización de la generación de residuos, en segundo lugar, respeto a los residuos generados se prefiere la recuperación y la valorización de los residuos entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente (7).



En Huancayo la generación de residuos sólidos de origen domiciliario, está ligada con el número de habitantes o pobladores que existen en la que es un total de 221.1 Tn/día.



*Figura 1.* Nunca imaginó vivir de la basura orgánica.  
Fuente: La República (8).

En Lima se generan más de ocho mil toneladas de residuos al día y que la mitad es orgánica, Raúl Valenzuela, recoge residuos orgánicos (Verduras, frutas, cáscaras de huevo, café pasado, infusiones de té, papel periódico, cualquier papel, ceniza de la parrilla, no carnes) el enseña a compostar a más de mil familias en toda la capital.

El nivel socioeconómico de las familias es de lo bajo hasta el alto, de todas las profesiones y las edades. Se concentran en San Borja, Miraflores, Barranco, Surco, Comas, San Miguel, entre otros distritos más.



**Figura 2.** El suelo de La Oroya presenta altos niveles de plomo, a la vez perjudica a la población y a la agricultura.  
Fuente: La República (9)

Según el proyecto Mantaro Revive y el Arzobispo de Huancayo se preocuparon por la contaminación de suelos que se encontraban alejados de los complejos metalúrgicos, ya que estos fueron utilizadas como depósitos de los residuos de la fundición que se realizaba durante las operaciones de la empresa Cerro de Pasco ya que no había ningún tipo de control; por eso la preocupación era de los pobladores ya que extraían sus productos agrícolas de estas tierras contaminadas, lo que es un perjuicio latente para su salud. (9).

La Provincia de Chupaca es una de las nueve provincias que conforma el Departamento Junín. Limita por el norte con la Provincia de Concepción; por el este con la Provincia de Huancayo; por el sur con el Departamento de Huancavelica y; por el oeste con el Departamento de Lima.

Gran parte de la población de Chupaca e dedica a la ganadería y a la vez en la venta de sus ganados; estos son sacrificados en el camal para el consumo humano y esto genera una cantidad de residuos y una disposición inadecuada generando problemas de contaminación, que trae como consecuencia enfermedades infecciosas y conflictos sociales, ya que sus efluentes son vertidos

a espacios libre o a ríos sin ningún tratamiento, los cuales son fuentes de proliferación de moscas, ratones, ratas, cucarachas, entre otros. Esto también afecta a los agricultores que hacen uso de estas aguas.

Muchos de estos desechos, están constituidos por sustancias biodegradables, y pueden ser utilizados para diversos fines. Tal es el caso del contenido ruminal uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental ya que produce una alta carga orgánica en los efluentes de los rastros que por su forma de depósito llegan a fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales fomentando la contaminación, sin embargo, el contenido ruminal posee una gran cantidad microbiana que puede ser benéfico para el suelo como abono (2) , siendo necesario la evaluación de metales pesados, debido a que los animales consumen pastos que pueden tener metales pesados.

El compostaje es una las tecnologías limpias, importantes y económicas para reciclar desechos orgánicos. El proceso de compostaje altera de forma significativa la composición inicial de las materias primas a compostar, debido a: (i) La potencial pérdida de nutrientes solubles y volátiles, (ii) El efecto concentración ocasionado por la pérdida de materia, fundamentalmente  $CO_2$  y compuestos nitrogenados, (iii) Cambios en la biodisponibilidad de los nutrientes (10).

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **A. Problema General**

¿Cuál es el contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017?

## **B. Problemas Específicos**

- a. ¿Cuál es el contenido de metales pesados no esenciales: Plomo y Cadmio, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017?
- b. ¿Cuál es el contenido de metales pesados esenciales: Cobre y Zinc, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar el contenido de metales pesados no esenciales: Plomo y Cadmio, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.
- b. Determinar el contenido de metales pesados esenciales: Cobre y Zinc, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.

## **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación práctica**

La presente investigación es para conocer la concentración de metales pesados que hay en el compost, que se generó a partir de los residuos de ganado

vacuno(estiércol, rumen , sangre y residuos vegetales); cuya alimentación de los vacunos zona base de los pastos cultivados por la zona, del agua de acequias y otros productos que utilizan en las zonas alto andina de la Provincia de Chupaca que debido a la presencia de pequeños centros mineros (como en el anexo de Ninanya) contienen metales pesados en diferentes concentraciones que son metabolizados y transformados en el organismo del vacuno. Además, al utilizar estos residuos de camal en el proceso de compostaje se generó abono orgánico, por lo que era necesario determinar el contenido de metales pesados, que puede afectar al rendimiento de los cultivos y como consecuencia a la salud del ser humano.

### **1.3.2. Justificación metodológica**

Los materiales procesados por el hombre, por ejemplo, los abonos orgánicos, deben ser analizados para determinar la cantidad de elementos como carbono, nitrógeno, potasio, fósforo, materia orgánica; así como de metales pesados, que son considerados tóxicos para los organismos humanos, de esa manera, descartar o confirmar su uso para los suelos agrícolas. Dentro de los metales pesados, se incluyen elementos esenciales y no esenciales para plantas y animales, por lo que los datos que se presentan en este trabajo constituyen parte metodológica del uso de abonos procesados por el hombre, como lo es el compost, para la agricultura.

### **1.3.3. Justificación científica**

El presente trabajo de investigación tiene como un aporte científico reducir el impacto ambiental, aprovechando los residuos de camal para elaborar

compost ya que es una alternativa sostenible, porque se obtiene un abono orgánico de calidad que pueden ser utilizados en la agricultura.

#### **1.3.4. Importancia**

Este trabajo es importante porque se dará utilidad a los residuos de camal, residuos de vegetal y estiércol elaborando compost (abono orgánico), además se realizó cuanto de contenido de metales pesados tiene el compost ya que si supera sus LMP no es factible para a la agricultura.

### **1.4. Hipótesis y variables**

#### **1.4.1. Hipótesis General**

$H_1$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles.

#### **1.4.2. Hipótesis nula**

$H_0$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 no sobrepasan los límites máximos permisibles.

#### **1.4.3. Hipótesis alternativa**

$H_a$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles; Cd y no sobrepasan los límites máximos permisibles Cu, Zn y Pb.

#### **1.4.4. Variables**

##### **A. Variable Independiente.**

Compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol.

Indicador: Proporción de residuos camal.

##### **B. Variable Dependiente.**

Contenido de metales pesados en compost.

Indicador: Contenido de metales pesados esenciales (Cu, Zn) y no esenciales (Cd, Pb).

### 1.4.5. Operacionalización de las variables numeración

**Tabla 1.**  
*Operacionalización de las variables*

Variables	Tipo	Concepto	Categorías	Indicadores
Compost de residuos de camal, mezclados con residuos vegetales y estiércol.	Independiente	Descomposición biológica de las heces del vacuno, residuos vegetales y de residuos de diferente naturaleza que pueden ser sólidos líquidos, bajo condiciones ambientales para producir un abono natural.	Factores del Proceso de Compostaje	Temperatura Humedad. pH Oxígeno. Relación C/N Población Microbiana
			Fases del Compostaje	F. Mesofílica. F. Termofílica F. Enfriamiento. F. Maduración
Contenido de metales pesados en el compost	Dependiente	Elementos químicos con alta densidad que pueden ser de origen natural y antropogénicas. Además, se divide en dos grupos: elementos no esenciales y micronutrientes.	Metales Pesados Esenciales. Metales Pesados no Esenciales	Contenido de metales pesados esenciales (Cu, Zn) Contenido de metales pesados no esenciales (Cd, Pb)

Fuente: Elaboración Propia.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos**

Según APAZA et. al. (10 págs. 95-102), realizaron el artículo de investigación científica titulado “*Evaluación de metales pesados en el proceso de compostaje orgánico de residuos de hojas de coca*”, en el cual plantearon como objetivo principal “evaluar las concentraciones totales de los metales pesados en las muestras de compost de residuos de hoja de coca”. Los resultados de su investigación fueron: que los metales pesados se encuentran en concentraciones bajas. Las conclusiones a las que llegaron fueron: Que el compost requiere una evaluación de sus contenidos en metales pesados (MP), porque pueden acumularse en los suelos, alterando el equilibrio biológico de los mismos, afectando al rendimiento de los cultivos y la salud animal, inclusive la del hombre.

Según RODRÍGUEZ et. al (3 págs. 5-12), realizaron el artículo de investigación científica titulado “*Contenido de metales pesados en abonos orgánicos, sustratos y plantas cultivadas en organopónicos*”, en el cual plantearon como objetivo principal “definir una metodología analítica para lograr una mayor exactitud, confiabilidad y porcentaje de recobrado en la determinación de los metales pesados, así como evaluar el contenido de cadmio(Cd), Plomo(Pb) y Níquel(Ni) en abonos orgánicos, sustratos y hortalizas cultivadas en organopónicos de la provincia de La Habana y de Guantánamo”.

Los resultados de su investigación fueron: Que los contenidos de Ni por el método de extracción con agua regia se encuentra por debajo de los límites permisibles mientras que por el método por extracción con mezcla triácido se encuentran por encima de los límites permisibles. Además, el contenido de Pb en el compost de estiércol de vacuno utilizado como AO en el organopónico se encuentra por encima del LMP. Los contenidos totales de Ni, obtenidos en los AO que se emplean en los organopónicos fueron elevados. El contenido total de Cd y Pb en el suelo utilizado para la preparación de los sustratos, se encuentran por debajo de los LMP. Por el contrario. El contenido de Cd para las hojas de la acelga, se encuentra por debajo del LMP. Para el caso del pimiento, la mayor concentración de Cd se encuentra en las hojas y el tallo lo cual puede ser consumida. Los contenidos totales de Pb tanto en las hojas de la acelga como en el fruto del pimiento, sobrepasan los máximos permisibles. El contenido total de Cd, en las hortalizas de hojas, se encuentra por debajo del máximo permisible; el contenido de Pb para hortalizas de hoja y de fruto se encuentra por encima de los límites permisibles. Las conclusiones a las que llegaron

fueron: Que el compost obtenido a partir de la basura doméstica de los vertederos sin previa clasificación y los sustratos preparados a partir de estos, contienen Cd y Pb que se encuentran por encima de LMP, por lo que no deben ser empleados para la producción de alimentos.

Según ROSAL et. al. (11 págs. 75-82), realizaron el artículo de investigación científica titulado “*La incidencia de metales pesados en compost de residuos sólidos urbanos y en su uso agronómico en España*”, en el cual plantearon como objetivo principal “*conocer qué tipo de fertilización era la que generaba los mejores resultados, y demostrar como la fertilización orgánica puede llegar a ser una alternativa real en nuestros suelos con los consiguiente beneficios ambientales*”. Los resultados de su investigación fueron: Que las concentraciones de Cadmio, Cobre y Zinc, fueron muy altas y hacen imposible considerar estos compost como productos ecológicos. Las conclusiones a las que llegaron fueron que el Compost de RSU hecho en Córdoba, satisface los límites actuales de la legislación vigente para su aplicación agrícola, los cuales son negativos en la seguridad alimentaria, y del medio ambiente. Los contenidos en Zinc y Cobre se incrementaron significativamente durante el proceso de compostaje, no se detectaron incidencias de metales sobre el grano de trigo y los bulbos de ajo.

Según MACHECA (12 págs. 118-122), realizó el artículo de investigación científica titulado “*Contenido de metales pesados e suelos agrícolas de la Región Ariari, Departamento de Meta*”, en el cual plantearon como objetivo principal “*evaluar las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, Cu) en los suelos agrícolas de esta región del Ariari y así generar una*

*información de base que permita formular estudios futuros*". Los resultados de su investigación fueron: Que el pH es ácido, para la materia orgánica las es baja, para el contenido de metales se tuvo en cuenta una secuencia de que de lo mayor a lo menor de las concentraciones de dichos metales pesados y fue la siguiente: Zn>Cu>Pb>Cr>Ni. Las conclusiones a las que llegaron fueron: En los suelos agrícolas de la región del Ariari se evidencio concentraciones por encima de los valores referidos ya que pueden estar relacionado con las condiciones físico-químicas que posee dicho suelo.

Según JARA et. al (1 págs. 252-263), realizaron el artículo de investigación científica titulado "*Parámetros físicos- químicos y contenido de coliformes de un compost obtenido a partir de residuos orgánicos del camal frigorífico Riobamba*", en el cual plantearon como objetivo principal "*determinar los parámetros físicos- químicos y contenido de coliformes de un compost obtenido a partir de residuos orgánicos del camal municipal de la ciudad de Riobamba*". Los resultados de su investigación fueron: Que la temperatura para ambos tratamientos alcanzo 70°C, para el tratamiento con bacterias el máximo se alcanzó a los 7 días mientras que sin bacterias demoró 15 días. El pH en los dos tratamientos se encontró en intervalos aceptados para la obtención de abonos orgánicos. El contenido de cenizas para ambos tratamientos, el compost cumplió con el límite máximo para un abono orgánico. Los contenidos de N y P son aceptables para ambos tratamientos ya que son esenciales para el desarrollo de las plantas. El contenido de materia orgánica, para ambos tratamientos fue alto y aceptado para la obtención de abonos orgánicos. Las conclusiones a las que llegaron fueron: Que los tratamientos utilizados con y sin bacterias en una proporción 50:25:25 de estiércol vacuno

seco, contenido ruminal y sangre alcanzaron picos de temperatura de 70°C durante el proceso de digestión aeróbica. Los parámetros físico-químicos del compost, resultan rico en nutrientes, lo cual indicó la posibilidad de uso de los residuos orgánicos con y sin bacterias como marco de referencia para las empresas faenadoras.

Según UICAB (2 págs. 45-63), realizó el artículo de investigación científica titulado “*Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta*”, en el cual plantearon como objetivo principal “*usar contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica para elaborar composta*”. Los resultados de su investigación fueron: el artículo tuvo en cuenta algunos parámetros de control para la composta y fueron los siguientes; temperatura, color, olor, pH, C/N, número de termófilos, respiración, actividad de enzimas hidrosolubles, polisacáridos y reducción de azúcares. Las conclusiones a las que llegaron fueron: Que los residuos de mataderos son una fuente valiosa por el desarrollo de los diferentes procesos y tecnológicos, lo cual da ingresos a los sistemas agropecuarios, ya que se está eliminando un subproducto que produce efectos adversos al medio y a su vez estaría generando costos adicionales en la producción. El proceso de composteo es una tecnología poco costosa que puede ser aplicada para el manejo de algunos de los residuos de mataderos, tal es el caso del contenido ruminal, por su forma de obtención y los componentes de origen.

Según QUILLE (13 págs. 65-72), realizó el artículo de investigación científica titulado “*Tratamiento de efluentes líquidos y sólidos de camal municipal Ilave*”, en el cual plantearon como objetivo principal “*establecer la*

*comparación de dos muestras de compost uno con residuo orgánico estiércol de vaca y el otro con estiércol de cuy*". Los resultados de su investigación fueron: Que los parámetros  $DBO_5$ ,  $DQO$ , fósforo total, nitrógeno total y sólidos en suspensión, sobrepasan los límites máximo permisibles establecidos por la norma técnica, el valor de pH es 10,2 esto está por encima del límite máximo permisible y no cumple las normas de control de calidad.

La concentración  $DBO_5$  es de 210 mg/l, este valor se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles por lo tanto cumple con las normas técnicas. La concentración  $DQO$  es 470 mg/l, este valor también se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles por lo tanto cumple las normas técnicas. La concentración de fósforo 14 mg/l, cuyo valor está por debajo del límite máximo permisible y cumple con normas técnicas.

La concentración de sólidos totales es de 18 mg/l, cuyo valor está por debajo del límite máximo permisible. Además, los resultados físicos químicos del producto obtenido Compost, cuyos componentes químicos cumplen con la calidad de un compost comercial. Las conclusiones a las que llegaron fueron: Que el camal Municipal de Ilave genera gran cantidad de residuos líquidos y residuos sólidos, y se ha verificado que la problemática ambiental existente enfocada principalmente en el río Ilave por el vertimiento directo de efluentes líquidos de camal, así como la contaminación por residuos sólidos. Las aguas residuales de camal Municipal de Ilave contiene altos niveles de carga orgánica, de  $DBO_5$ ,  $DQO$ , sólidos suspendidos, fósforo total y nitrógeno total cuyos valores sobrepasan los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes.

La generación de residuos sólidos de camal tales como estiércol, pelos, rumen de los animales y otros constituyen focos de contaminación ambiental, causando malos olores, proliferación de insectos, por ende, la propagación de enfermedades.

Según ROJAS et. al. (14), realizó el artículo de investigación científica titulado “*Evaluación de compost con presencia de metales pesados en el crecimiento de Azospirillum brasilense y Glomus intraradices*”, en el cual plantearon como objetivo principal “*evaluar el compost con presencia de metales pesados sobre el crecimiento de A. brasilense y G. intraradices.*”. Los resultados de su investigación fueron: Que el Ph, se encuentra en su neutralidad (7.31), los elementos N, P, K están presentes, pero se encuentran por debajo de los niveles. El contenido de materia orgánica fue de 27.36 % ya que es una buena cantidad para materia orgánica. Hubo presencia de patógenos como “*staphylococcus aureus*” y “*pseudomona*”; aunque no fueron significativos como para afectar a la salud. Los metales pesados As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles. Las conclusiones a las que llegaron fueron: que los metales pesados presentes de la composta no afectan totalmente el crecimiento de A. “*brasilense*” y G. “*intraradices*”. Finalmente, que las bacterias son tolerantes a altas concentraciones de arsénico, así como plomo y cobre, pero en concentraciones más bajas. Este no fue el caso de cadmio, donde la bacteria no creció.

### **2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis**

RIERA (15 págs. 1-64), realizó la tesis titulada “*Optimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del*

*Cánton Chunchi provincia Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización*”, se planteó como objetivo general *“Optimizar los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del Cánton Chunchi provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización”*. Las conclusiones a las que llegó la investigadora fueron: (i) La prueba de laboratorio realizadas, a los diferentes tratamientos, le permite determinar que el tratamiento T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal), presentó valores más altos en lo que se refiere a macro y micro-nutrientes, además fue obtenido en un tiempo óptimo de 69 días. (ii) Que se puede disminuir la contaminación ambiental, mediante el uso de residuos orgánicos como los Contenidos ruminales procedentes de la panza del ganado bovino, estiércol recolectado de los corrales generados en los camales y los residuos vegetales que proceden de los mercados, a través de la elaboración de abonos orgánico.

APAZA (16 págs. 1-114), realizó la tesis titulada *“Compostaje y biodigestión con subproductos de camal en el Perú”*, en la cual planteó como objetivo general *“determinar el método más adecuado de elaboración de compost e indigestión con sub productos de camal en la altura”*. Las conclusiones a las que llegó la investigadora fueron: el segundo tratamiento de indigestión, permitió el mejor aprovechamiento y valorización de contenido de estómagos y efluente, mostrando una mayor concentración de nutrientes en sus productos, mayor remoción de Coliformes fecales y eliminación de Salmonella; mejorando la composición final del biol y biosol que pueden ser usados para fertilización de cultivos.



ILIQÚIN (17 págs. 1-66), en la tesis titulada “*Producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos takakura y EM- compostaje en el distrito de Chachapoyas, región Amazonas*”, se planteó como objetivo general “*producir compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas*”. Las conclusiones a las que llegó la investigadora fueron: (i) El método Takakura fue el proceso más rápido en lo que respecta a la madurez del compost, con un promedio de 57.67 días; seguido por el método Em-compost con un promedio de 62 días. El testigo presentó un proceso más lento, con un tiempo promedio de madurez de 212.67 días. (ii) Tanto el método Takakura como el método Em-compost obtuvieron una constante de temperatura y pH más rápido que el testigo, demostrando así la eficacia de los métodos para obtener un compost maduro y de calidad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación**

A continuación, presentaremos los fundamentos teóricos, que sirve para que sustenten las variables de la investigación brindando la oportunidad de obtener un conocimiento de cómo: Determinar la influencia del compost de residuos de camal, mezclados con residuos vegetal y estiércol en el contenido de metales pesados en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.

#### **2.2.1.1. Residuos de Camal**

Los residuos de los camales municipales son una fuente rica en alto contenido orgánico, ya que los residuos orgánicos

aprovechables y que son desechados por los mataderos son: sangre, contenido ruminal, estiércol, entre otros (18).

Según FIGUEROA (19), hay desechos comestibles de los mataderos, estos se obtienen de los mataderos de vacunos, porcinos, aves y equinos.

**Tabla 2.**  
*Desechos comestibles de los mataderos en Colombia.*

<b>Especie animal</b>	<b>Desechos de matadero</b>
Vacuno	Sangre, huesos, grasas Vísceras abdominales y torácicas
Porcino	Sangre, huesos, grasas Vísceras abdominales y torácicas
Aves	Vísceras, sangre.

Fuente: FIGUEROA (19)

Estos residuos pueden ser de diferente naturaleza sólidos y líquidos que la mayoría son vertidos directamente al sistema de alcantarillado. Estos residuos ocasionan graves problemas de contaminación (20). Entre ellos tenemos: Residuos líquidos del camal o matadero. Estos residuos tienen alto contenido de nitrógeno y sus niveles de potasio y fósforo lo convierten en una fuente de nutrientes para las plantas (21) se genera a partir del consumo de agua del camal o matadero entre ellos tenemos a la sangre, estiércol, pelos, grasas (20).

a) Residuos sólidos del camal.

Son aquellos residuos que vienen del proceso de descuerado (pezuñas, huesos, cuernos) y de la evisceración se genera el rumen o el contenido de los estómagos del ganado vacuno (20).

### 2.2.1.2. Características de los Residuos de Camal o Matadero

#### a) Contenido Ruminal o Rumen

Es el alimento del ganado vacuno (generalmente pasto), que permanece en el estómago; el rumen tiene una inmensa población de microorganismos como: bacterias, arqueas, hongos, levaduras y protozoarios que están en simbiosis con el animal. Además, es un ecosistema anaeróbico que presenta características particulares de pH, temperatura (22).

#### b) Estiércol

Se compone principalmente de excrementos y una pequeña parte de orina y paja. Además, contiene diversos elementos nutritivos como agua, carbohidratos, proteínas, grasa, sustancias inorgánicas y microorganismos (23) asimismo favorece a la actividad biológica del suelo, por el contenido nutritivo y sirve como abono orgánico (24).

**Tabla 3.**

*Contenido de materia orgánica y micronutrientes en el estiércol de diferentes animales.*

Nutrientes	Vacuno	Porcino	Caprinos
Materia orgánica	48.90	45.30	52.80
Nitrógeno Total	1.27	1.36	1.55
Potasio( $K_2O$ )	0.84	0.66	0.74
Calcio( $CaO$ )	2.03	2.72	3.20
Magnesio( $MgO$ )	0.51	0.65	0.57

Fuente:ARCELLANO (23)

#### c) Sangre:

Es un líquido de color rojo, localizado en el sistema circulatorio del organismo animal que se obtiene después del

sacrificio del ganado vacuno, es un componente rico en proteínas. Los glóbulos rojos contienen el pigmento sanguíneo llamado hemoglobina. En él se encuentran las sales sanguíneas (fosfato potásico, cloruro sódico y pocas sales de Ca, Mg y Fe), una gran cantidad de proteínas (25).

**Tabla 4.**  
*Composición química de la sangre*

	Agua	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Energía(KJ)
Sangre vacuno	80,5	17,3	0,13	0,065	335

Fuente: H. BELITZ. (25)

### **2.2.1.3. Residuos Vegetal.**

Los residuos sólidos son sustancias o elementos que resulta del consumo o uso de un bien o servicio, para luego ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso su disposición final (7). Asimismo, los residuos vegetales engloban a los residuos orgánicos, biodegradables de origen vegetal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, agrícola y comercial (26).

### **2.2.1.4. El Compost.**

*“La palabra compostaje viene del verbo latino “componere”, que significa mezclado, es aquel proceso que se produce de la descomposición biológica aeróbica de restos orgánicos en condiciones controladas, ya que existe un control de parámetros ambientales como: humedad, temperatura y aireación; que no aparecen en otros procesos de descomposición de materia orgánica*

*mediante putrefacción natural*". (27). Para producir una sustancia oscura (abono orgánico) y así mejorar la producción de las plantas (28).

#### **2.2.1.5. Ventajas del Compost.**

- Es un proceso respetuoso con el medio ambiente. no incluye ningún tipo de producto artificial (29).
- Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos (29).
- Mejora las propiedades físicas del suelo (la infiltración el desarrollo estructural y la permeabilidad del suelo). (30)
- Aprovecha gran cantidad de biomasa (residuos de cosecha, follaje de árboles, plantas y estiércoles de animales domésticos como ovinos, caprinos, etc.) (30).

#### **2.2.1.6. Calidad del Compost.**

Según ANSORENA (31), la calidad de compost está relacionado al valor agronómico y comercial ya que se determina en base a sus características físicas (tamaño de partículas, textura y color) y químicas (contenido de materia orgánica, humedad, pH, relación C/N) asimismo presencia de metales, si estos parámetros son bien manejados se tendrá un compost de calidad.

Según ROBEN (32), los criterios para un abono orgánico, trata de contenido de materias nutritivas si esto se encuentra en un 75 % se

considera como compost de buena calidad y si es bajo el contenido de materias nutritivas no sirve.

**Tabla 5.**  
*Parámetros del Compostaje*

<b>Parámetro</b>	<b>Rango Ideal de Compost maduro</b>
C:N	10:1 – 15:1
Humedad (%)	30 – 40
pH	6,5 – 8,5
Materia Orgánica (%)	> 20
Nitrógeno (%)	0,3 – 1, 5
Fósforo (%)	0,1 – 1,0
Potasio (%)	0,3 – 1,0

Fuente: ROMAN (33).

#### 2.2.1.7. Metales pesados

Según ADRIANO (34) son aquellos elementos químicos con densidades mayores o iguales que  $5 \text{ g cm}^{-3}$  y son de origen natural y antropogénico. Además, tienen cierta toxicidad para el ser humano.

El contenido de metales pesados en un compost, ya que estos pasan a las aguas subterráneas y a plantas cultivadas, además estos metales pesados pueden ser riesgoso en algunas enfermedades para el ser humano como anemia, cáncer, etc. (32).

**Tabla 6.**  
*Límites de concentraciones de metales pesados según la EPA de Australia (35).*

<b>Metal</b>	<b>Límite de concentración de metales pesados dentro del compost (mg/kg)ts AUSTRALIA</b>
Arsénico	20
Cadmio	1
Cromo	100
Cobre	150
Plomo	150

<b>Metal</b>	<b>Límite de concentración de metales pesados dentro del compost (mg/kg)ts AUSTRALIA</b>
Mercurio	1
Níquel	60
Zinc	300

Fuente: Según EPA (35).

#### Clasificación de los metales pesados.

Según MC. BRIDE (36) los metales pesados más estudiados son los elementos no esenciales como: Plomo(Pb), Cadmio(Cd), Cromo(Cr), Mercurio(Hg) y algunos micronutrientes esenciales como: cobre (Cu), Zinc (Zn), Hierro(Fe) y manganeso(Mn); además están el Níquel(Ni) y Cobalto(Co) son útiles en el desarrollo del vegetal.

Según CARGUA (37), los metales pesados se clasifican en dos grupos:

- a. Oligoelementos o Micronutrientes: Son requeridas en pequeñas cantidades por las plantas o animales; son necesarios para que los organismos completen su ciclo de vida ya que pasado tiempo se vuelven tóxicos entre ellos están: arsénico(As), Boro(Bo), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Manganeso (Mn), Níquel (Ni), Selenio (Se) y Zinc (Zn).
- b. Metales Pesados sin función Biológica: Cuya presencia en determinadas cantidades en seres vivos resulta ser tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos y

son: Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Níquel (Ni), Bismuto (Bi).

#### Fuentes de Contaminación por los Metales Pesados:

- a. Fuentes Naturales: Según NAVARRO (38),son las causas naturales puede ser actividades volcánicas, procesos de formación de suelos meteoros, erosión de rocas terremotos, tsunamis.
- b. Fuentes Antropogénicas: La actividad humana entre ellas la minería, la industria a través de los vertidos y algunos pesticidas y fertilizantes; incrementa el contenido de metales pesados en los suelos siendo esta sin duda la causa más frecuente de las concentraciones toxicas (38).

#### **2.2.1.8. Metales pesados no esenciales**

##### **a. Plomo (Pb)**

El plomo se encuentra de forma natural en el ambiente, sin embargo la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se origina de las actividades humanas, pero las mayores concentraciones son encontradas en el ambiente (39).

Es un metal gris azulino que se encuentra en la naturaleza y es toxico, asimismo es liberado al suelo por aguas subterráneas y superficiales (40). Cuando el plomo se acumula en los suelos, estos pueden ocasionar efectos negativos a la salud ya que estos pueden pasar por las cadenas alimenticias , los contenidos de plomo en suelos agrícolas pueden ser relativamente bajos, así como la



absorción por las plantas, salvo que los suelos están contaminados (41) .

#### **b. Cadmio (Cd)**

Para RIBEIRO (42), es un elemento que se encuentra en cantidades naturales en el suelo, agua y atmósfera; ya que puede ser tóxico para plantas, animales incluso para el hombre.

El cadmio (Cd), se producen naturalmente en todos los suelos agrícolas a través de la degradación atmosférica (quemado de bosques, erupción de volcanes y la contaminación de aire) (43). Además, es uno de los metales pesados más venenosos como Hg, Pb, por ende, causa alteraciones a los procesos metabólicos. el cadmio una vez ingerido al organismo permanece en su interior durante muchos años (40).

### **2.2.1.9. Metales Pesados esenciales o micronutrientes**

#### **a. Cobre(Cu)**

Según ADRIANO (34), es uno de los metales más importantes para el hombre ya que es uno de los micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, ya que se encuentra en concentraciones altas en el agua.

Es un oligoelemento esencial para plantas y animales, cuando se libera al ambiente no representa riesgo al medio ambiente y no es bioacumulado a través de la cadena alimenticia (40).

Para los suelos agrícolas el total de Cu va desde 1 a 50 ppm, ya que tiene acumularse en las capas del perfil del suelo por la aplicación de fungicidas (44).

#### **b. Zinc (Zn)**

Según LENNTECH (45) , el Zn es un elemento esencial para el desarrollo de los vegetales, animales y que están presentes en la mayor parte en los alimentos, especialmente en los que son ricos en proteínas. La abundancia de Zn en la corteza terrestre es de 80ppm su contenido en suelos es de 40 ppm aproximadamente con un rango para la mayor parte de los suelos agrícolas entre 10 a 200 ppm.

### **2.2.2. Fundamentos metodológicos de la investigación**

A continuación, presentaremos los fundamentos metodológicos, que sirve para que sustentar los procesos de compostaje para obtener el compost final.

#### **2.2.2.1. El Proceso de Compostaje.**

*“El compostaje es un proceso biológico gracias a las actividades combinadas de diversas poblaciones de bacteria, actinomicetos, y hongos que actúan en paralelo con una sucesión de ambientes”*. En caso que no es adecuado el proceso de compostaje da lugar a malos olores, una serie de productos metabólicos finales (metano y dióxido de carbono). Sin embargo, en un proceso de compostaje controlado, los microorganismos aeróbicos se reproducen

y liberan dióxido de carbono, agua y energía. La liberación de energía genera gradientes de temperatura con efectos diferenciales sobre los microorganismos (27).

Los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a la vez influenciado por las condiciones ambientales. Los factores más importantes son: (27).

- a. Temperatura, se considera optimas las temperaturas de intervalo de 35 a 55 °C para la eliminación de patógeno, parásitos a temperaturas altas los microorganismos mueren.
- b. Humedad, el nivel óptimo es de 40- 60 %. Si el contenido de humedad es mayor, se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si es excesivamente baja la humedad disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento.
- c. pH; influye en el proceso debido a la acción de microorganismos. Los hongos toleran un margen de pH 5- 8 mientras las bacterias tienen una capacidad de tolerancia pH 6- 7,5; los valores de pH inferiores a 5,5 inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.
- d. Oxígeno: menciona que el compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno depende del tipo de material, textura, humedad y frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

- e. Relación C/N: El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado.
- f. Población microbiana: El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.

#### **2.2.2.2. Las fases del proceso de compostaje.**

Según ROMÁN (33), el proceso de compostaje puede dividirse en cuatro fases, de acuerdo con la evolución de la temperatura:

##### **a. Fase Mesófila.**

Comienza el proceso de compostaje a una temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C, este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor.

Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

##### **b. Fase Termófila**

Cuando alcanza una temperatura de 45 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en

amoníaco ya que estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores.

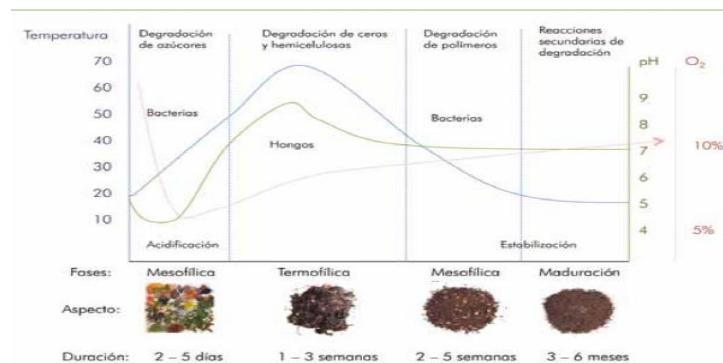
**c. Fase de Enfriamiento o Mesófila II.**

Cuando la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C, ya que continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

**d. Fase de Maduración.**

Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.



**Figura 3.** Proceso del compostaje.  
Fuente: ROMÁN (33).

Los instrumentos utilizados para la medición en el proceso de compostaje fueron los siguientes:

- Termómetro Digital, Boeco.
- Termo-higrómetro digital.
- Multiparámetro, Hanna HI 991300 (Portátil).

### 2.2.3. Modelo teórico de la investigación

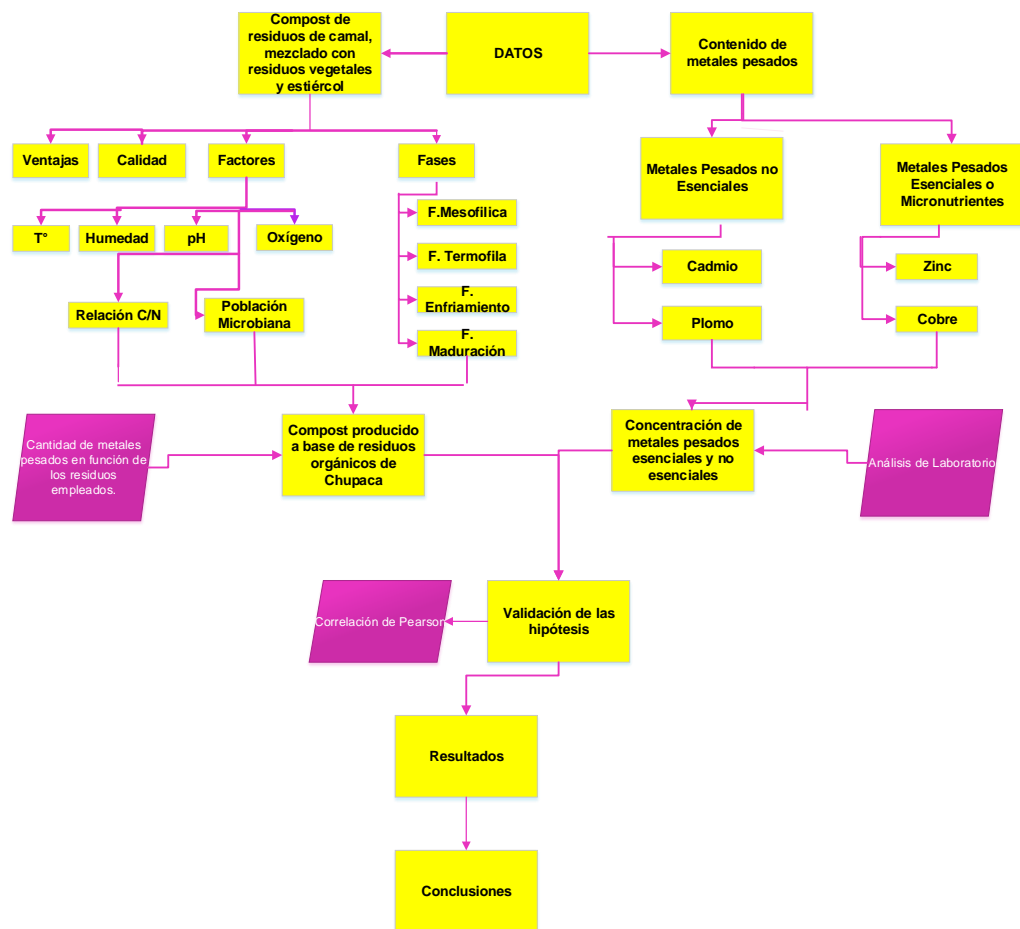


Figura 4. Modelo teórico de la investigación

### 2.3. Definición de términos

**Abono:** “Son sustancias que se aplica directa o indirectamente a las plantas, para favorecer su crecimiento y aumentar su producción o mejorar su calidad (24)”.

**Camal:** “Es un establecimiento destinado al beneficio de ganado (vacuno, ovino, etc.) y aves (pollo) para consumo humano y donde se realiza la clasificación, por el médico veterinario, de la carne (extra, primera, segunda). El establecimiento, para su funcionamiento, tiene certificación sanitaria por parte del SENASA. Los animales beneficiados en estos locales provienen mayormente de los centros de engorde” (46).

**Cadmio:** Elemento metálico no esencial que está naturalmente presente en todos los suelos. Se presenta como catión divalente en el suelo en concentraciones típicas de 0,1 a 1,0 mg/kg (47).

**Compost:** “Producto inocuo y libre de efectos fitotóxicos que resulta del proceso de compostaje. Está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras. Puede ser almacenado, sin alteraciones ni tratamientos posteriores bajo condiciones ambientales adecuadas” (48).

**Estiércol:** “Heces, orinas, otros excrementos y productos de cama de animales, que no han sido compostado” (48).

**Humedad:** “Es la relación entre la presión del vapor de agua que hay en la atmosfera y la presión del vapor de agua saturado a la misma temperatura. Se expresa por lo general en porcentaje”. (49).

**Metales Pesados:** “Es utilizado para los metales que tienen una densidad mayor o igual a  $6\text{ g/cm}^3$ ” (50).

**Pila:** “Deposito de espacio en el que se encuentran las materias en compostación” (48).

**Plomo:** El plomo está entre los elementos que han sido más extensivamente usados por el hombre en el tiempo. Esto condujo a una contaminación extensiva de la superficie de los suelos a escala local, principalmente asociado con minería y fundiciones del metal y adición de compuestos orgánicos de plomo a la gasolina (51).

**Residuos ruminal:** el contenido ruminal, también conocido como “ruminaza” es un subproducto originado del sacrificio de animales, el cual al momento de su muerte contiene todo el material que no alcanzó a ser digerido. Posee una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal (52).

**Residuos Vegetal:** “Residuos de origen vegetal, procedentes de jardinería, poda de parques y jardines urbanos, limpieza de bosques, etc.”.

**Temperatura:** “Grado mayor o menor de un cuerpo o de la atmósfera”.

**Volteo:** “Procedimiento periódico mediante el cual se homogeniza y oxigena el material que compone una pila de compost” (48).



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método, tipo y nivel de la investigación**

##### **3.1.1. Métodos de la investigación.**

###### **Método General**

El método general que he utilizado fue el hipotético -deductivo, es el procedimiento o camino que consiste en partir de una hipótesis verdadera para demostrar en la realidad los resultados que pueden ser verdaderos o falsos utilizando los procedimientos de la enunciación, la ejecución y la demostración para lograr comprobar en los hechos o realidad objetiva de la hipótesis (53).

###### **Método específico**

Según ARROYO (54), los métodos específicos que se utilizaron son: El **Método de Análisis**, donde las muestras de compost de cada tratamiento serán sometidas a análisis del contenido de metales pesados; además se

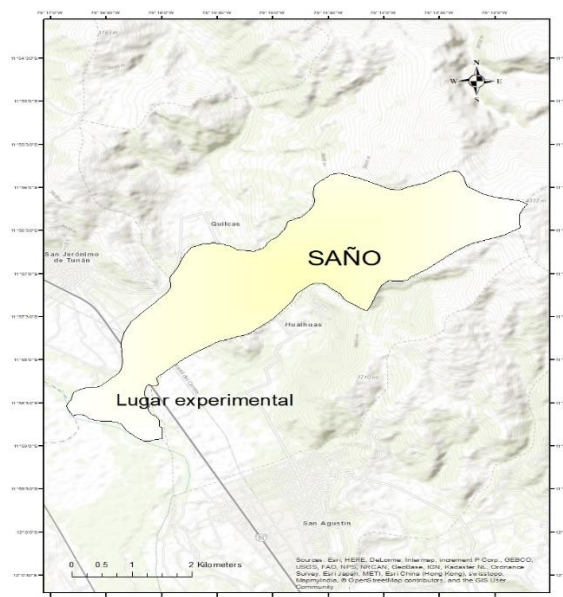
utilizó el **Método de la Observación**, que consiste en observar detenidamente el proceso de elaboración de compost y luego realizar un análisis detallado del objeto de investigación.

- **Lugar de experimentación**

El terreno donde se instaló la compostera se encuentra ubicado en el Distrito de San Jerónimo de Tunán en el Barrio de Tambo Anya a 30 minutos del centro de Huancayo.

**a. Condiciones Geográficas.**

- Distrito: San Jerónimo de Tunán (Barrio de Tambo Anya).
- Provincia: Huancayo.
- Región: Junín.
- Latitud: 11°58'16.95" S.
- Longitud: 75°16'20.39" O.
- Coordenadas UTM: zona 18; este 470351.1; norte 8676597
- Altitud: 3286 msnm



**Figura 5.** Lugar de experimento  
Fuente: Elaboración propia.

**b. Características del área de experimentación.**

- Área total de experimentación: 34.98  $m^2$ .
- Largo: 5.30 m.
- Ancho: 6.60 m.

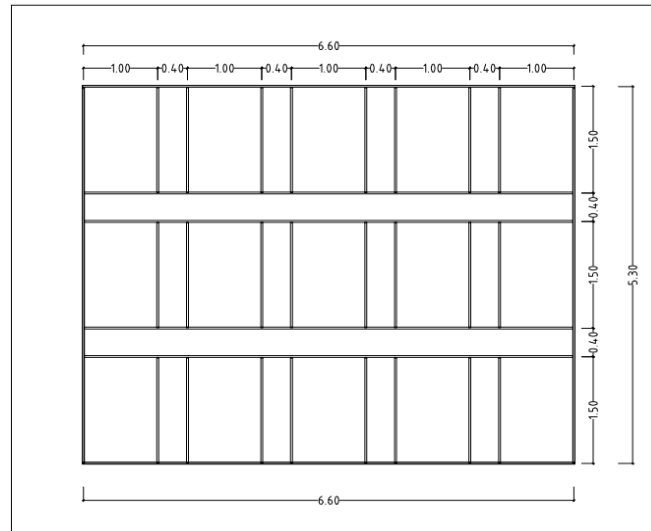
**c. Características de las Unidades Experimentales.**

- Número de Unidades experimentales: 15 unidades.
- La unidad experimental: con dimensiones de 5.30 m largo y 6.60 m ancho.
- Forma de la unidad experimental: Rectangular.

**• Materiales utilizados para la instalación de la compostera.**

- Geomembrana como base para las unidades experimentales.
- 14 m de mantada plastificada de 1 m de ancho x 1.5 m de largo (para poner como base a la geomembrana para las correspondientes 15 pilas experimentales).
- 20 m de mangas para las salidas de los lixiviados.
- 15 m de plástico de 6 m de largo x 7m de ancho (para el cubrimiento de las composteras).
- 2 unidades de tubo de agua PVC.
- 300 g de tachuelas.
- 1 k de clavos de 3 pulgadas.
- 50 tablas de madera.

- **Procedimiento del armado y la instalación de la compostera.**
  - Se empezó con la nivelación del terreno con una pendiente aproximada de 5 % con un espacio para la captura de lixiviados. La altura promedio de cada compostera será de 1 m aproximadamente.
  - Como primer paso fue el tendido de la geomembrana en terreno correspondiente; como segundo paso se realizó el armado de las composteras con las maderas respectivas (Largo 5.30 m x 6.60 m Ancho).
  - Se empezó con las calicatas con una profundidad de medio metro alrededor del terreno para el techado de la compostera.
  - Se realizó el clavado y el armazón para el techado de la compostera.
  - Se cubrió el techado de la compostera con el plástico, para proteger de las continuas lluvias que azotaba por esos días.
  - Se realizó el cortado de la mantada plastificada para cada una de las 15 pilas (2cm de ancho x 1.5 m largo), para el forrado de cada una de las pilas.
  - Por último, se realizó las instalaciones de las canaletas con las mangas y los tubos de agua; para las correspondientes salidas de los lixiviados de las 15 pilas. (Ver Anexo N°12).



**Figura 6.** Croquis del lugar de experimento.  
Fuente: Elaboración propia.

- **Procedimiento de la recolección de residuos de vegetal y residuos de camal.**

- Se fue a recoger hojas secas, chala seca del maíz, chala seca de arveja y la chala seca de las habas de los alrededores del terreno.
- Se realizó el picado de las hojas secas, de la chala de maíz, de la chala de arveja y de la chala de habas de forma manual con un machete de mano.
- Se almacenó los residuos vegetales secos respectivamente picados en costales de yute.
- Se ingresó al Camal Municipal de Chupaca; con los EPP adecuados, en primer lugar se dejó listo las respectivas bolsas de urea protegidas con bolsas de yute para poder colocar la bazofia o rumen asimismo el estiércol; en segundo lugar se ingresó a la zona de faenado para poder recoger la bazofia o rumen del vacuno y depositarlos en la bolsa ya preparadas anteriormente, en tercer lugar me proporcionaron la sangre del vacuno en baldes limpios y por

último se retiró el estiércol del vacuno y depositaron en las bolsas que ya previamente tenía preparada. Luego enrumbe al lugar del experimento en Tambo Anya. (Ver Anexo N°12)

Se tuvo en cuenta los kilos respectivos tanto de residuos de camal, residuos vegetal y estiércol:

$$70x+15x+15x= 50 \text{ kilos}$$

$$100x = 50 \text{ kilos}$$

$$x = 0.5 \text{ kilos.}$$

$$\mathbf{T1 = RC (70x) +RV (15x) +E(15x)}$$

$$T1= RC 70(0.5) + RV 15(0.5) + E 15(0.5)$$

$$T1 = RC 35 + RV 7.5 + E 7.5$$

$$\mathbf{T2 = RC (60x) +RV (20x) +E(20x)}$$

$$T2= RC 60(0.5) + RV 20(0.5) + E 20(0.5)$$

$$T2 = RC 30 + RV 10 + E 10$$

$$\mathbf{T3 = RC (50x) +RV (25x) +E(25x)}$$

$$T3= RC 50(0.5) + RV 25(0.5) + E 25(0.5)$$

$$T3 = RC 25 + RV 12.5 + E 12.5$$

$$\mathbf{T4 = RC (40x) +RV (30x) +E(30x)}$$

$$T4= RC 40(0.5) + RV 30(0.5) + E 30(0.5)$$

$$T4 = RC 20 + RV 15 + E 15$$

$$\mathbf{T5 = Testigo: RV (60x) + E (40x)}$$

$$T5 = \text{Testigo: RV } 60(0.5) + E \ 40(0.5)$$

$$T5 = \text{Testigo: RV } 30 + E \ 20$$

Siendo un total de:

$$RC = 35 + 30 + 25 + 20 = 110 \text{ kilos.}$$

$$RV = 7.5 + 10 + 12.5 + 15 + 30 = 75 \text{ kilos.}$$

$$E = 7.5 + 10 + 12.5 + 15 + 20 = 65 \text{ kilos}$$

- **Procedimiento del armado de las pilas.**

- A las 8:00 am, me dirigí a Tambo Anya;

#### **Primer Paso**

Se hizo el sorteo aleatorio para la distribución y colocando los respectivos letreros con sus respectivos tratamientos.

#### **Segundo Paso**

Se realizó los cálculos respectivos para cada uno de los tratamientos.

#### **Tratamiento 1 – pilas T1R1, T1R2, T1R3**

##### **1er paso**

Se tuvo en cuenta que en los residuos de camal el 10 % es para los residuos de sangre del vacuno, luego se realizó los cálculos para las pilas correspondientes.

$$T1 = RC (70 \%) + RV (15 \%) + E (15 \%)$$

De RC (70 %) al 10 %

$$RC = 70\left(\frac{10}{100}\right)$$

RC= 7 % de sangre

Por lo tanto:

$$\mathbf{T1 = RC (63 \%B + 7 \% S) +RV (15 \%) +E (15 \%)}$$

$$\mathbf{T1 = 63x + 7x +15x + 15x = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T1 = 100X = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T1 = x = 0.5 \text{ kilos}}$$

Los pesos correspondientes fueron:

$$\mathbf{T1 = RC (63xB + 7x S) +RV (15x) +E (15x)}$$

$$\mathbf{T1 = RC [63(0.5) B + 7(0.5) S] + RV [15(0.5)] + E [15(0.5)]}$$

$$\text{- RC [31.5 kilos B + 3.5 kilos S]}$$

$$\text{- RV [7.5 kilos]}$$

$$\text{- E [7.5 kilos]}$$

B = bazofia o rumen, S = sangre.

## **2do paso**

Se pesaron por separados los residuos de camal, sangre, residuos vegetales, estiércol y tierra agrícola para cada uno de los tratamientos.

RC (bazofia o rumen) 31.5 kilos, Sangre 3.5 kilos, residuos vegetales 7.5 kilos, 7.5 estiércol kilos y tierra agrícola 1 kilo.



### 3er paso

Finalmente se realizaron las camas correspondientes para el tratamiento y sus repeticiones teniendo cuenta el modelo siguiente: (Ver Anexo N° 12).



Además, se le introdujo una estaca de madera en el medio de la cama, para facilitar la aireación dentro del proceso; esta fue retirada después de haber formado las pilas. (Ver Anexo N°12).

Terminado de instalar las 15 pilas, se tomó como muestra de los 5 primeros tratamientos en forma proporcional (500 g) que fueron enviados al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima. Respectivamente en bolsas herméticas y rotuladas, para su respectivo análisis. (Ver Anexo N°12).

### Tratamiento 2 – pilas T2R1, T2R2, T2R3

#### 1er paso

Se tuvo en cuenta que en los residuos de camal el 10 % es para los residuos de sangre del vacuno, luego se realizó los cálculos para las pilas correspondientes.

$$\mathbf{T2 = RC (60 \%) +RV (20 \%) +E (20 \%)}$$

De RC (60 %) al 10 %

$$RC = 60\left(\frac{10}{100}\right)$$

RC= 6 % de sangre

Por lo tanto:

$$\mathbf{T2 = RC (54\%B + 6\% S) +RV (20\%) +E (20\%)}$$

$$\mathbf{T2 = 54x + 6x +20x + 20x = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T2 = 100X = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T2 = x = 0.5 \text{ kilos.}}$$

Los pesos correspondientes fueron:

$$\mathbf{T2 = RC (54x B + 6x S) +RV (20x) +E (20x)}$$

$$\mathbf{T2 = RC [54(0.5) B + 6(0.5) S] + RV [20(0.5)] + E [20(0.5)]}$$

$$\text{- RC [27 kilos B + 3 kilos S]}$$

$$\text{- RV [10 kilos]}$$

$$\text{- E [10 kilos]}$$

B = bazofia o rumen, S = sangre.

## **2do paso**

Se pesaron por separados los residuos de camal, sangre, residuos vegetales, estiércol y tierra agrícola para cada uno de los tratamientos.

RC (bazofia o rumen)27 kilos, Sangre 3 kilos, residuos vegetal 10 kilos, estiércol 10 kilos y tierra agrícola 1 kilo.

### **3er paso**

Finalmente se realizaron las camas correspondientes para el tratamiento y sus repeticiones teniendo cuenta el modelo siguiente:



Además, se le introdujo una estaca de madera en el medio de la cama, para facilitar la aireación dentro del proceso; esta fue retirada después de haber formado las pilas.

Terminado de instalar las 15 pilas, se tomó como muestra de los 5 primeros tratamientos en forma proporcional (500 g) que fueron enviados al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima. Respectivamente en bolsas herméticas y rotuladas, para su respectivo análisis.

### **Tratamiento 3 – pilas T3R1, T3R2, T3R3**

#### **1er paso**

Se tuvo en cuenta que en los residuos de camal el 10 % es para los residuos de sangre del vacuno, luego se realizó los cálculos para las pilas correspondientes.

$$\mathbf{T3 = RC (50 \%) +RV (25 \%) +E (25 \%)}$$

De RC (50 %) al 10 %

$$RC = 50\left(\frac{10}{100}\right)$$

RC= 5 % de sangre

Por lo tanto:

$$\mathbf{T3 = RC (45 \% B + 5 \% S) +RV (25 \%) +E (25 \%)}$$

$$\mathbf{T3 = 45x + 5x +25x + 25x = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T3 = 100X = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T3 = x = 0.5 \text{ kilos}}$$

Los pesos correspondientes fueron:

$$\mathbf{T3 = RC (45x B + 5x S) +RV (25x) +E (25x)}$$

$$\mathbf{T3 = RC [45(0.5) B + 5(0.5) S] + RV [25(0.5)] + E [25(0.5)]}$$

$$- \text{ RC [22.5 kilos B + 2.5 kilos S]}$$

$$- \text{ RV [12.5 kilos]}$$

$$- \text{ E [12.5 kilos]}$$

B = bazofia o rumen, S = sangre

## **2do paso**

Se pesaron por separados los residuos de camal, sangre, residuos vegetales, estiércol y tierra agrícola para cada uno de los tratamientos.

RC (bazofia o rumen) 22.5 kilos, Sangre 2.5 kilos, residuos vegetales 12.5 kilos, estiércol 12.5 kilos y tierra agrícola 1 kilo.

### 3er paso

Finalmente se realizaron las camas correspondientes para el tratamiento y sus repeticiones teniendo cuenta el modelo siguiente:



Además, se le introdujo una estaca de madera en el medio de la cama, para facilitar la aireación dentro del proceso; esta fue retirada después de haber formado las pilas.

Terminado de instalar las 15 pilas, se tomó como muestra de los 5 primeros tratamientos en forma proporcional (500 gr) que fueron enviados al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima. Respectivamente en bolsas herméticas y rotuladas, para su respectivo análisis.

## Tratamiento 4 – pilas T4R1, T4R2, T4R3

### 1er paso

Se tuvo en cuenta que en los residuos de camal el 10 % es

para los residuos de sangre del vacuno, luego se realizó los cálculos para las pilas correspondientes.

$$\mathbf{T4 = RC (40 \%) +RV (30 \%) +E (30 \%)}$$

De RC (40 %) al 10 %

$$RC = 40\left(\frac{10}{100}\right)$$

RC= 4 % de sangre

Por lo tanto:

$$\mathbf{T4 = RC (36 \% B + 4 \% S) +RV (30 \%) +E (30 \%)}$$

$$\mathbf{T4 = 36x + 4x +30x + 30x = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T4 = 100X = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T4 = x = 0.5 \text{ kilos.}}$$

Los pesos correspondientes fueron:

$$\mathbf{T4 = RC (36x B + 4x S) +RV (30x) +E (30x)}$$

$$\mathbf{T4 = RC [36(0.5) B + 4(0.5) S] + RV [30(0.5)] + E [30(0.5)]}$$

$$- \text{ RC [18 kilos B + 2 kilos S]}$$

$$- \text{ RV [15 kilos]}$$

$$- \text{ E [15 kilos]}$$

B = bazofia o rumen, S = sangre.

**2do paso**

Se pesaron por separados los residuos de camal, sangre, residuos vegetales, estiércol y tierra agrícola para cada uno de los tratamientos.

RC (bazofia o rumen) 18 kilos, Sangre 2 kilos, residuos vegetal 15 kilos, estiércol 15 kilos y tierra agrícola 1 kilo.

### **3er paso**

Finalmente se realizaron las camas correspondientes para el tratamiento y sus repeticiones teniendo cuenta el modelo siguiente:



Además, se le introdujo una estaca de madera en el medio de la cama, para facilitar la aireación dentro del proceso; esta fue retirada después de haber formado las pilas.

Terminado de instalar las 15 pilas, se tomó como muestra de los 5 primeros tratamientos en forma proporcional (500 gr) que fueron enviados al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima. Respectivamente en bolsas herméticas y rotuladas, para su respectivo análisis.

## **Tratamiento 5 – pilas T5R1, T5R2, T5R3**

### **1er paso**

Se tuvo en cuenta que en los residuos de camal el 10 % es para los residuos de sangre del vacuno, luego se realizó los cálculos para las pilas correspondientes.

$$\mathbf{T5 = RV (60 \%) + E (40 \%)}$$

$$\mathbf{T5 = 60x + 40x = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T5 = 100X = 50 \text{ kilos}}$$

$$\mathbf{T5 = x = 0.5 \text{ kilos}}$$

Los pesos correspondientes fueron:

$$\mathbf{T5 = RV (60x) + E (40x)}$$

$$\mathbf{T5 = RV [60(0.5)] + E [40(0.5)]}$$

- RV [30 kilos]

- E [20 kilos]

### **2do paso**

Se pesaron por separados los residuos de camal, sangre, residuos vegetales, estiércol y tierra agrícola para cada uno de los tratamientos.

Residuos vegetal 30 kilos, estiércol 20 kilos y tierra agrícola 1 kilo.

### **3er paso**



Finalmente se realizaron las camas correspondientes para el tratamiento y sus repeticiones teniendo cuenta el modelo siguiente:



Además, se le introdujo una estaca de madera en el medio de la cama, para facilitar la aireación dentro del proceso; esta fue retirada después de haber formado las pilas.

Terminado de instalar las 15 pilas, se tomó como muestra de los 5 primeros tratamientos en forma proporcional (500 gr) que fueron enviados al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima. Respectivamente en bolsas herméticas y rotuladas, para su respectivo análisis.

- Procedimiento del riego.

Los riegos fueron realizados con la finalidad de obtener una adecuada humedad y la descomposición. En el caso que la humedad esta entre 45 % a 60 % no fue necesario el riego, pero cuando la humedad se encontraba debajo de 45 % se rego.

El riego de las pilas se realizó con la ayuda de una regadera procurando que el agua llegue uniformemente al sustrato, para una mayor eficiencia realizándose cada vez que era necesario. (Ver Anexo N°12)

- Procedimiento del volteo de las pilas.

Para todos los tratamientos los volteos se realizaron de forma manual mediante una pala rectangular procurando homogenizar antes de armar nuevamente las pilas. Este proceso se realizó con el objetivo de uniformizar el proceso de descomposición, reactivando el metabolismo bacteriano aerobio y mejorar la aireación de las pilas.

Los volteos de las pilas se realizaron cuando las temperaturas descendían (menos de 35°C) además cuando incrementaban su temperatura. Cuando más volteos se realizaba el proceso de descomposición se aceleraba. (Ver Anexo N°12)

- Procedimiento de la cosecha del compost

A los 110 días se observó que el material había perdido su estructura original, procediendo a la cosecha de los 15 tratamientos de la experimentación.

Para lo cual el procedimiento fue para los 15 tratamientos de la experimentación:

- Primero se pesó la cantidad de compost en bruto de las 15 pilas de tratamiento.

- Segundo se realizó el cernido correspondiente de las 15 pilas.
- Tercero se pesó la cantidad de compost cernido.
- Finalmente se guardó las 15 muestras en bolsas herméticas y rotuladas con un peso de 500g para ser enviados al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima. (Ver Anexo N°12).

- Control de parámetros

Se realizó el monitoreo y control de los tratamientos y todo el proceso de compostaje hasta el día de su cosecha. (Ver Anexo N°12).

- a. Primer parámetro – medición de temperatura.

El monitoreo y registro de la temperatura se realizó diariamente a las 9:00 am con ayuda del termómetro digital para ver la actividad microbial en el proceso de compostaje; también, para realizar los volteos de las pilas.

- b. Segundo parámetro – medición de humedad.

Con la ayuda de un termo-higrómetro digital que mide la humedad en %, se monitoreó y registró la humedad de las pilas de compostaje de manera inter diario.

- c. Tercer parámetro – medición de Conductímetro y pH.

La medición de la conductividad eléctrica y pH se realizó una vez por semana por la disposición de préstamo del

Laboratorio de Química y Biología de la Universidad  
Continental.

### **3.1.2. Tipo de la investigación**

El tipo de investigación es Aplicada, ya que se utiliza para investigaciones con la finalidad de conseguir nuevos conocimientos para que los resultados sean en la creación de nuevos métodos, técnicas para solucionar problemas inmediatos de un hecho.

Este tipo de investigación nos permite crear ideas nuevas para ser utilizadas en nuevos conocimientos que son obtenidos en la investigación para crear nuevas técnicas para evitar la contaminación ambiental (54).

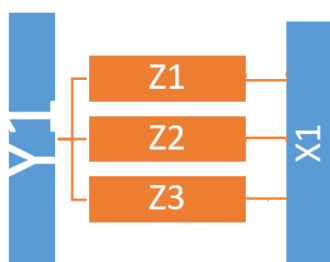
### **3.1.3. Nivel de la investigación**

El nivel de la investigación es *explicativo* porque vamos a explicar las causas porque hay mucha cantidad de metales pesados en el compost elaborado (55).

## **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación es *experimental – Transversal*; experimental porque se utilizó el diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento, totalizando 15 unidades experimentales y transversal porque se recolectaron datos, en un solo momento que fue al inicio del compost y al final del compost refinado (cosecha) (55) .

El modelo explicativo del diseño experimental es:



**Figura 7.** Modelo explicativo del diseño experimental  
Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Y1 = Compost elaborado con residuos de camal, mezclado con residuos vegetal y estiércol.

Z1 = Residuos de camal.

Z2 = Residuos Vegetal.

Z3 = Estiércol.

X1 = Metales pesados del compost.

Tratamientos en estudio:

**Tabla 7.**  
*Tratamientos en estudio.*

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	REPETICIONES		
		I	II	III
T1	RC (70 %)+RV (15 %)+E (15%)	T1R1	T1R2	T1R3
T2	RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	T2R1	T2R2	T2R3
T3	RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	T3R1	T3R2	T3R3
T4	RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	T4R1	T4R2	T4R3
T5	Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	T5R1	T5R2	T5R3

RC = Residuos de camal RV= Residuos Vegetal E= Estiércol.

**Tabla 8.**  
*Análisis de compost.*

Parámetro	Unidad
Cadmio total	mg/kg
Plomo total	mg/kg
Cobre	mg/kg
Zinc	mg/kg

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población está constituida por la mezcla de residuos camal, las cuales se tomó la sangre, el rumen y el estiércol asimismo se tomó residuos vegetales como chala seca de maíz, habas y alverja para todos los tratamientos en estudio.

#### **3.3.2. Muestra**

De cada unidad experimental, se mezcló uniformemente el compost obtenido, se realizó un cuarteo y se extrajo 500 g aproximadamente para su posterior análisis.

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

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

La técnica que se utilizó fue la observación que consiste en observar atentamente el proceso de compostaje hasta realizar su análisis. Asimismo, se realizó una observación directa porque estuve directamente en el proceso de compostaje para obtener dicho producto (54).

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados para llevar a cabo el proceso de compostaje fue la lista de cotejo, que consistió en medir la temperatura y humedad de cada una de las pilas, la cadena de custodia ya que por medio de ello se envió las muestras al laboratorio de suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina para sus análisis (54). (Ver Anexo N° 8 y 9).

### **3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos**

Según TRIOLA (56), la técnica de recolección de datos es la Prueba de Wilcoxon, es una prueba no paramétrica que se usa para afirmar las muestras provenientes de la población ya que tienen la misma distribución. Asimismo, los resultados obtenidos y se analizarán los datos a través del análisis descriptivo de estadísticos y gráficos, así como la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk, ANOVA, la prueba de comparación múltiple de Duncan y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Además, se utilizó la distribución de t de Student, que se utilizó para calcular el grado de libertad, ya que esto es recolectado por el número de tratamientos realizados en la investigación.

El grado de libertad para la investigación es 4, con un grado de confianza de 95 %; siendo 2,132 su grado de libertad para la investigación realizada. (Ver Anexo N° 10).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la investigación

En el presente capítulo se expone los resultados de los análisis de metales pesados respecto de su concentración en el compost elaborado con residuos de camal, residuos vegetal y estiércol.

Los análisis de compost tienen en promedio un grado de confianza de 95 % en cada una de las determinaciones realizadas.

##### 4.1.1. Contenido de Cu

**Tabla 9.**  
*Resultados del contenido de cobre en el compost.*

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
1: RC (70 %)+RV (15 %)+E (15 %)	21	19	19
2: RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	15	18	20
3: RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	23	22	35



Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
4: RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	18	13	18
5: Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	24	21	15

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

### Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de datos

Ho: la distribución de los datos es normal

Ha: La distribución de los datos no es normal

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

**Tabla 10.**

*Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para el cobre del compost.*

Tratamientos	Promedio (mg/kg)	Estadístico	P valor
1: RC (70 %)+RV (15 %)+E (15 %)	19,67	0,75	<0,0001
2: RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	17,67	0,99	0,7806
3: RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	26,67	0,81	0,1338
4: RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	16,33	0,75	<0,0001
5: Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	20,00	0,96	0,6394

Fuente: Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con la tabla 10, los tratamientos 1 y 4, tienen  $p < 0,05$ , entonces se rechaza Ho; los datos analizados no se distribuyen normalmente. Se procedió al análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.

### Prueba de Hipótesis

Ho: el Cu es igual en los cinco tratamientos.

Ha: al menos un tratamiento es diferente de los demás.

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

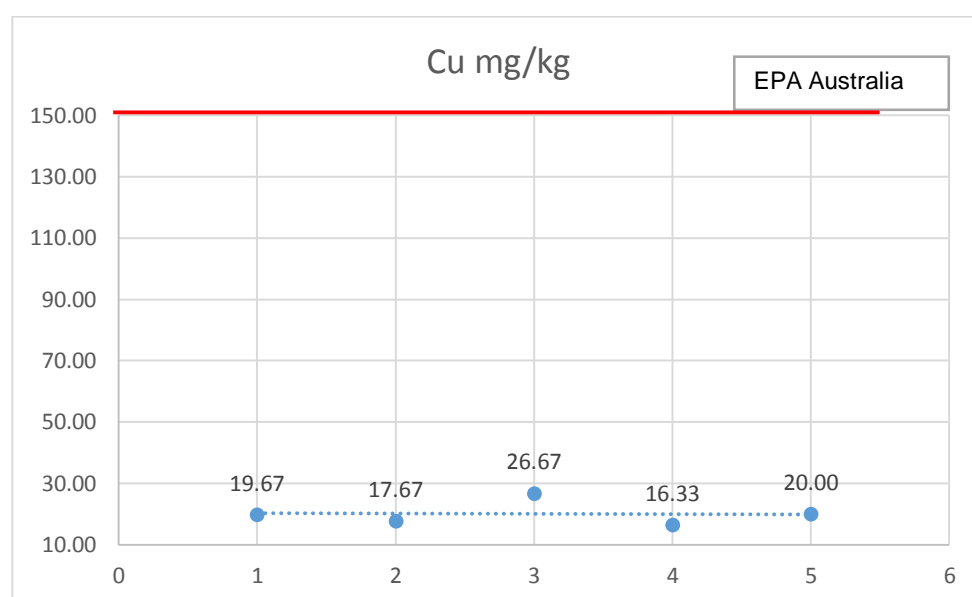
**Tabla 11.**

*Prueba de Kruskal – Wallis. Contenido de cobre en el compost.*

Tratamientos	Promedio (mg/kg)	GL	H	p valor
1: RC (70 %)+RV (15 %)+E (15 %)	19,67	4	8,21	0,0808
2: RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	17,67			
3: RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	26,67			
4: RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	16,33			
5: Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	20,00			

Fuente: Elaboración propia.

**Decisión:** la prueba de Kruskal-Wallis indica que no existe significación estadística entre los promedios de tratamientos.



**Figura 8.** Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la Cantidad de Cobre.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 7: Se da a conocer la concentración de **Cobre** de los cinco tratamientos y sus repeticiones (en referencia al pre experimento realizado), sacando el promedio general de ellos y obteniendo valores menores

respecto de La Normativa asumida en la investigación (Australia), la cual para el metal en análisis es de 150 mg/kg.

### Prueba de hipótesis General

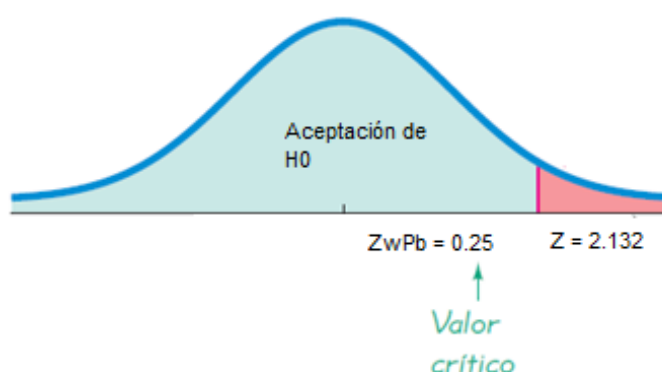
**Tabla 12.**

*Representación de la prueba de hipótesis correlacional no paramétrica para la comprobación de las aseveraciones formuladas.*

		Correlations	
		LMP	Concentraciones
LMP	Correlation		
	Coefficient	1,000	,949
	Sig. (2-tailed)	.	,051
	N	4	4
Spearman's rho	Correlation		
	Coefficient	,949	1,000
	Sig. (2-tailed)	,051	.
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia mediante la utilización del programa SPSS.

Según lo evidenciado en la tabla N° 12, se tiene que el valor a comparar y para validar las hipótesis planteadas fue de 0.051, además el coeficiente de correlación para la prueba no paramétrica de Spearman fue de 0.949, lo cual se evidencia de una forma adecuada en la siguiente figura respecto de la validación o rechazo de la Ho.



**Figura 9.** Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el Cobre.  
Fuente: Elaboración propia.

Se tuvieron supuestos específico:  $H_0$ : no sobrepasan los LMP,  $H_1$ : sobrepasan; evidenciando que el valor crítico de prueba para el plomo fue de 0,025 y el valor a comparar según el grado de libertad (4) y un nivel de confianza apropiado (95%) fue de 2.132, gráficamente se tiene **que se acepta la  $H_0$** , por tanto, el límite se valida como inferior al propuesto por el LMP de Australia.

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

$H_1$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles.

$H_0$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 no sobrepasan los límites máximos permisibles.

Se valida por el siguiente método de comparación prueba no paramétrica para muestras relacionadas.

#### 4.1.2. Contenido de Zinc

**Tabla 13.**  
*Resultados del contenido de zinc (mg/kg) en el compost.*

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
1: RC (70 %)+RV (15 %)+E (15 %)	79	76	75
2: RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	73	71	80
3: RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	79	79	89
4: RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	78	75	79
5: Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	83	76	76

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

## Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de datos

Ho: la distribución de los datos es normal

Ha: La distribución de los datos no es normal

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 14.**

*Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para el contenido de zinc del compost.*

Tratamientos	Promedio (mg/kg)	Estadístico	P valor
1: RC (70 %)+RV (15 %)+E (15 %)	76,667	0,923	0,4628
2: RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	74,667	0,907	0,4070
3: RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	82,333	0,750	<0,0001
4: RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	77,333	0,923	0,4628
5: Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	78,333	0,750	<0,0001

Fuente: Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con la tabla 14, los tratamientos 3 y 5, tienen  $p < 0,05$ , entonces se rechaza Ho; los datos analizados no se distribuyen normalmente. Se procedió al análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.

## Prueba de Hipótesis

Ho: el contenido de zinc es igual en los cinco tratamientos.

Ha: al menos un tratamiento es diferente de los demás.

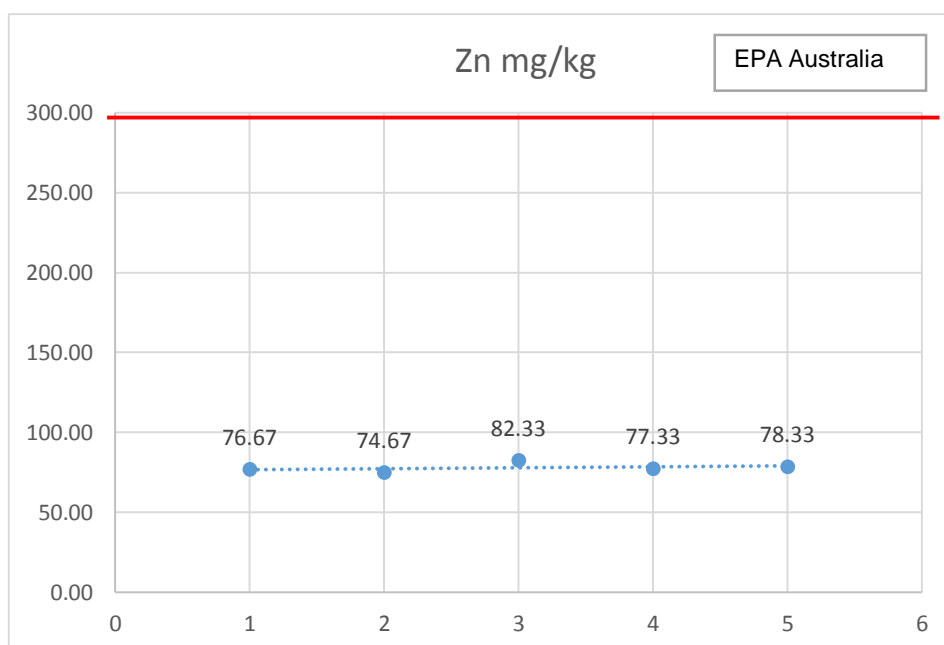
Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

**Tabla 15.**  
*Prueba de Kruskal – Wallis. Contenido de zinc en el compost.*

Tratamientos	Promedio (mg/kg)	GL	H	p valor
1: RC (70 %)+RV (15 %)+E (15 %)	76,667	4	3,87	0,4097
2: RC (60 %)+RV (20 %)+E (20 %)	74,667			
3: RC (50 %)+RV (25 %)+E (25 %)	82,333			
4: RC (40 %)+RV (30 %)+E (30 %)	77,333			
5: Testigo: RV (60 %) + E (40 %)	78,333			

Fuente: Elaboración propia.

**Decisión:** la prueba de Kruskal-Wallis indica que no existe significación estadística entre los promedios de tratamientos.

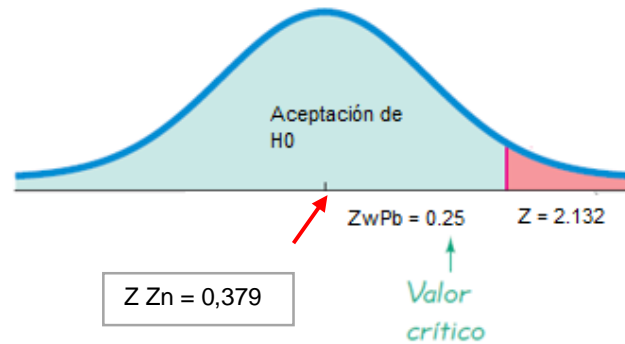


**Figura 10.** Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la Cantidad de Zinc.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 9, se da a conocer la concentración de **Zinc** de los cinco tratamientos y sus repeticiones (en referencia al pre experimento realizado), sacando el promedio general de ellos y obteniendo valores menores respecto de

La Normativa asumida en la investigación (Australia), la cual para el metal en análisis es de 300 mg/kg.

### Prueba de hipótesis Específica



**Figura 11.** Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el Zinc.  
Fuente: Elaboración propia.

Se tuvieron supuestos específico:  $H_0$ : no sobrepasan los LMP,  $H_1$ : sobrepasan; evidenciando que el valor crítico de prueba para el plomo fue de 0,379 y el valor a comparar según el grado de libertad (4) y un nivel de confianza apropiado (95%) fue de 2.132, gráficamente se tiene **que se acepta la  $H_0$** , por tanto, el límite se valida como inferior al propuesto por el LMP de Australia.

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

**$H_1$** : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles.

**$H_0$** : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 no sobrepasan los límites máximos permisibles.

Se valida por el siguiente método de comparación prueba no paramétrica para muestras relacionadas

#### 4.1.3. Contenido de cadmio

**Tabla 16.**  
*Resultados del contenido de cadmio (mg/kg) en el compost.*

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
1 (RC:70 % + RV:15 % + E:15 %)	1.91	2.04	1.55
2 (RC:60 % + RV:20 % + E:20 %)	1.63	1.58	2.03
3 (RC:50 % + RV:25 % + E:25 %)	2.19	1.79	1.38
4 (RC:40 % + RV:30 % + E:30 %)	1.60	1.63	1.38
5 (RV:60 % + E:40 %)	3.45	1.50	1.31

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

#### Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de datos

Ho: la distribución de los datos es normal

Ha: La distribución de los datos no es normal

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

**Tabla 17.**  
*Prueba de normalidad de Shapiro – Wilks para el contenido de cadmio en el compost.*

Tratamientos	Promedio (mg/kg)	Estadístico	P valor
1 (RC:70 % + RV:15 % + E:15 %)	1,833	0,932	0,500
2 (RC:60 % + RV:20 % + E:20 %)	1,747	0,832	0,196
3 (RC:50 % + RV:25 % + E:25 %)	1,787	1,000	0,985
4 (RC:40 % + RV:30 % + E:30 %)	1,537	0,839	0,211
5 (RV:60 % + E:40 %)	2,087	0,816	0,154

Fuente: Elaboración propia.



Decisión: de acuerdo con la tabla N° 17, en todos los tratamientos, tienen  $p > 0,05$ , entonces se acepta  $H_0$ ; los datos analizados se distribuyen normalmente. Se procedió al análisis de variancia.

### Análisis de variancia

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$  (al menos un  $\mu_i$  es diferente a los demás)

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

**Tabla 18.**

*Análisis de variancia del contenido de cadmio (mg/kg) en el compost.*

F. de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	p-valor
<b>Tratamientos</b>	4	0,467	0,117	0,341	0,844
<b>Error</b>	10	3,422	0,342		
<b>Total</b>	14	3,889			

Fuente: Elaboración propia.

**Decisión:** se rechaza la  $H_0$ , es decir existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con un nivel de significación del 0,05.

Con la finalidad de realizar una comparación múltiple entre tratamientos, se realizó la prueba de Duncan.

### Prueba de Duncan

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$  (al menos un  $\mu_i$  es diferente a los demás)

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

**Tabla 19.**

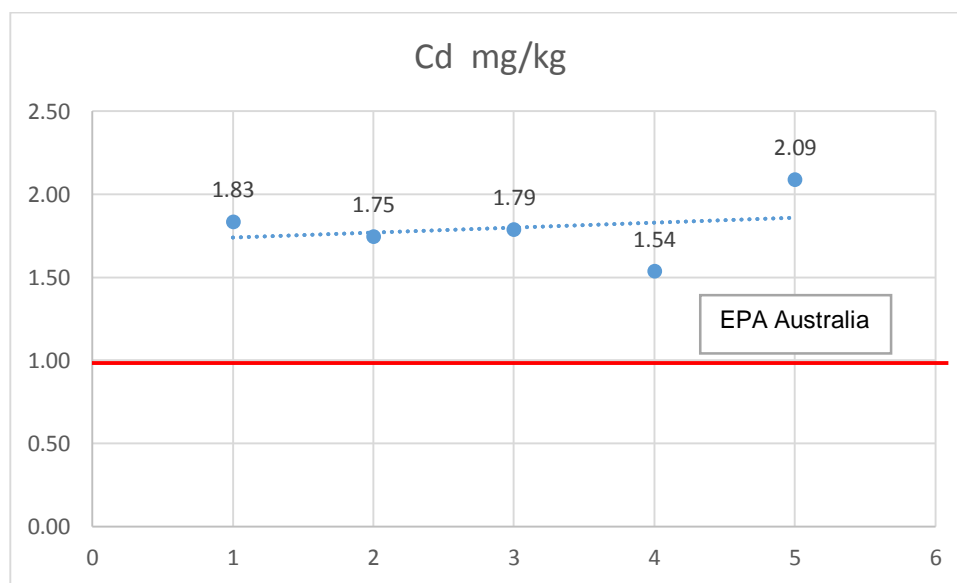
*Prueba de comparación múltiple de Duncan para tratamientos. Contenido de cadmio (mg/kg) en el compost.*

O.M.	Tratamiento	Promedio (%)	Significación
1	1 (RC:70 % + RV:15 % + E:15 %)	1,833	A
2	2 (RC:60 % + RV:20 % + E:20 %)	1,747	A
3	3 (RC:50 % + RV:25 % + E:25 %)	1,787	A
4	4 (RC:40 % + RV:30 % + E:30 %)	1,537	A
5	5 (RV:60 % + E:40 %)	2,087	A

Fuente: Elaboración propia

**Decisión:**

Se acepta  $H_0$



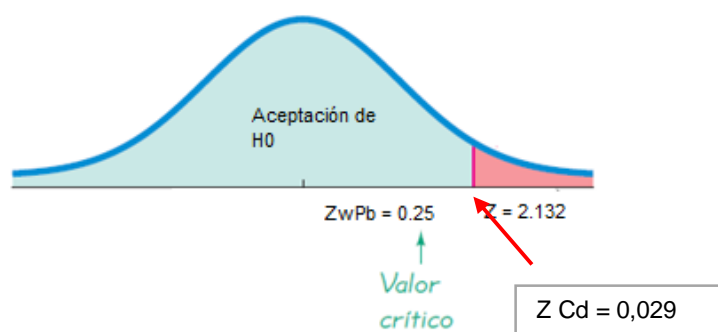
**Figura 12.** Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la Cantidad de Cadmio.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°11 se da a conocer la concentración de **Cadmio** de los cinco tratamientos y sus repeticiones (en referencia al pre experimento realizado), sacando el promedio general de ellos y obteniendo valores que

exceden respecto a La Normativa asumida en la investigación (Australia), la cual par el metal en análisis es de 1mg/kg.

### Prueba de hipótesis Especifica



**Figura 13.** Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el Cadmio.  
Fuente: Elaboración propia.

Se tuvieron supuestos específico:  $H_0$ : no sobrepasan los LMP,  $H_1$ : sobrepasan; evidenciando que el valor crítico de prueba para el plomo fue de 0,25 y el valor a comparar según el grado de libertad (4) y un nivel de confianza apropiado (95%) fue de 2,132, gráficamente se **tiene que se acepta la  $H_1$** , por tanto, el límite se valida como inferior al propuesto por el LMP de Australia.

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

**$H_1$ :** El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles.

**$H_0$ :** El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 no sobrepasan los límites máximos permisibles.

Se valida por el siguiente método de comparación prueba no paramétrica para muestras relacionadas

#### 4.1.4. Contenido de plomo

**Tabla 20.**  
*Resultados del contenido de plomo (mg/kg) en el compost.*

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
1 (RC:70 % + RV:15 % + E:15 %)	26,31	25,00	19,55
2 (RC:60 % + RV:20 % + E:20 %)	20,80	19,34	25,19
3 (RC:50 % + RV:25 % + E:25 %)	22,94	22,09	29,28
4 (RC:40 % + RV:30 % + E:30 %)	17,91	14,94	12,96
5 (RV:60 % + E:40 %)	31,84	26,59	23,06

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, aguas, plantas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

#### Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de datos

Ho: la distribución de los datos es normal

Ha: La distribución de los datos no es normal

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 21.**  
*Prueba de normalidad de Shapiro – Wilks para el contenido de plomo en el compost.*

Tratamientos	Promedio (mg/kg)	Estadístico	P valor
1 (RC:70 % + RV:15 % + E:15 %)	23,62	0,89	0,350
2 (RC:60 % + RV:20 % + E:20 %)	21,78	0,92	0,460
3 (RC:50 % + RV:25 % + E:25 %)	24,77	0,84	0,208
4 (RC:40 % + RV:30 % + E:30 %)	15,27	0,99	0,781
5 (RV:60 % + E:40 %)	27,16	0,99	0,784

Fuente: Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con la tabla 21, en todos los tratamientos, tienen  $p > 0,05$ , entonces se acepta  $H_0$ ; los datos analizados se distribuyen normalmente. Se procedió al análisis de variancia.

### Análisis de variancia

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$  (al menos un  $\mu_i$  es diferente a los demás)

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$

**Tabla 22.**

*Análisis de variancia del contenido de plomo (mg/kg) en el compost.*

F. de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	p-valor
<b>Tratamientos</b>	4	242,84	60,71	4,80	0,020
<b>Error</b>	10	126,57	12,66		
<b>Total</b>	14	369,42			

Fuente: Elaboración propia.

**Decisión:** se rechaza la  $H_0$ , es decir existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con un nivel de significación del 0,05.

Con la finalidad de realizar una comparación múltiple entre tratamientos, se realizó la prueba de Duncan.

### Prueba de Duncan

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$  (al menos un  $\mu_i$  es diferente a los demás)

Nivel de significación  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 23.**

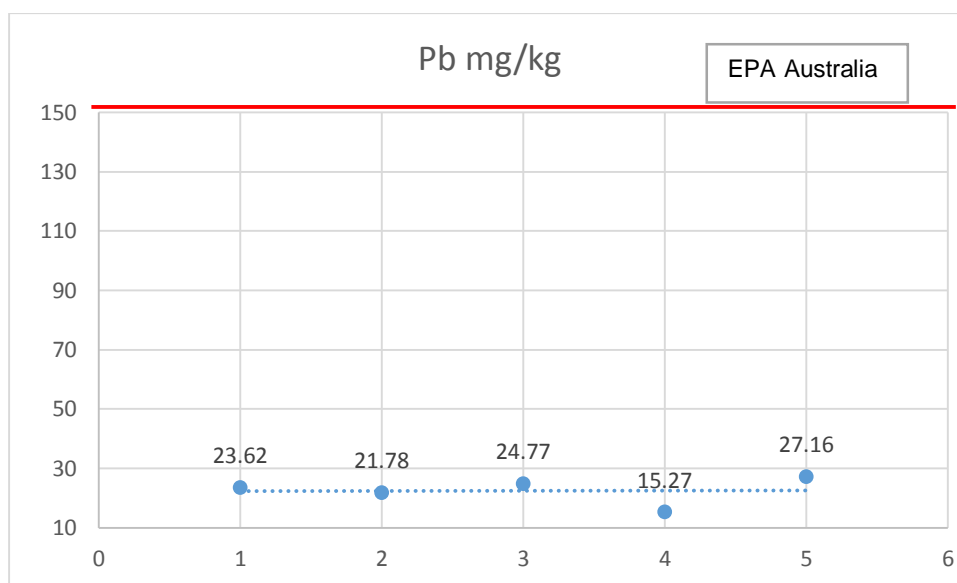
*Prueba de comparación múltiple de Duncan para tratamientos. Contenido de plomo (mg/kg) en el compost.*

O.M.	Tratamiento	Promedio (%)	Significación
1	1 (RC:70 % + RV:15 % + E:15 %)	23,62	A
2	2 (RC:60 % + RV:20 % + E:20 %)	21,78	A
3	3 (RC:50 % + RV:25 % + E:25 %)	24,77	A
4	4 (RC:40 % + RV:30 % + E:30 %)	15,27	B
5	5 (RV:60 % + E:40 %)	27,16	A

Fuente: Elaboración propia.

### Decisión:

Se rechaza H1



**Figura 14.** Promedio de los cinco tratamientos relacionado a la cantidad de plomo.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 13, se da a conocer la concentración de **Plomo** de los cinco tratamientos y sus repeticiones (en referencia al pre experimento realizado), sacando el promedio general de ellos y obteniendo valores menores respecto de La Normativa asumida en la investigación (Australia), la cual para el metal en análisis es de 150 mg/kg.

### Prueba de hipótesis Específica:

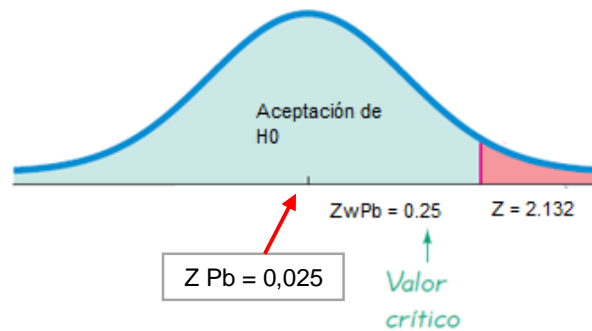


Figura 15. Representación gráfica de la prueba de hipótesis para el plomo.  
Fuente: Elaboración propia.

Se tuvieron supuestos específico:  $H_0$ : no sobrepasan los LMP,  $H_1$ : sobrepasan; evidenciando que el valor crítico de prueba para el plomo fue de 0,025 y el valor a comparar según el grado de libertad (4) y un nivel de confianza apropiado (95%) fue de 2.132, gráficamente se **tiene que se acepta la  $H_0$** , por tanto, el límite se valida como inferior al propuesto por el LMP de Australia.

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

$H_1$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles.

$H_0$ : El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 no sobrepasan los límites máximos permisibles.

## 4.2. Discusión de resultados

### 4.2.1. Contenido de cobre

- El contenido de cobre en el compost procesado con residuos de camal varió entre 16,33 mg/kg (Tratamiento 4: RC 40 % + RV 30 % + E 30 %) a 26,67 mg/kg (Tratamiento 3: RC 50 % + RV 25 % + E 25 %), sin diferencias estadísticas significativas con el tratamiento testigo: RV 60 % + E 40 %, que obtuvo un promedio de 20,00 mg/kg. Estos datos se reportan en las tablas 9, 10 y 11.
- Estos valores no superan los valores del EPA (Agencia de Protección Ambiental) de Australia, que tiene como LMP (Límite Máximo Permisible) 150 mg/kg (ppm). Esto se presenta en la figura 6. La prueba de hipótesis para el contenido de cobre, utilizando la prueba de Z fue de 0,025, muy lejos del valor de  $Z = 2,132$  y por esto se acepta la  $H_0$ ; verificándose que el contenido de cobre se encuentra debajo del LMP según el EPA de Australia (35).
- Estos datos son inferiores a los encontrados en el trabajo de investigación: La incidencia de metales pesados en compost de residuos sólidos urbanos y en su uso agronómico en España, donde las concentraciones de cobre, cadmio y zinc fueron muy altas y no permiten el uso de compost como productos ecológicos (11) , en nuestro experimento realizado se puede hacer uso de este compost en los suelos agrícolas pero teniendo en cuenta sus proporciones.
- El cobre es un nutriente de las plantas, considerando esencial para su crecimiento y desarrollo (36); (37), por lo que, de utilizarse este compost preparado con residuos de camal, no tendría limitaciones de uso en los



suelos agrícolas, del valle del Mantaro, que tienen bajo contenido de materia orgánica y de nutrientes.

#### 4.2.2. Contenido de zinc

- El contenido de zinc en el compost preparado con diferentes proporciones de residuos de camal en mezcla con residuos vegetales y estiércol, varió entre 74,667 mg/kg (Tratamiento 2: RC 60% + RV 20% + E 20%) y 82.33 mg/kg (Tratamiento 3: RC 50% + RV 25% + E 25%), sin diferencias significativas con el testigo (RV 60% + E 40%), cuyo valor promedio fue de 78,333 mg/kg. Estos datos se presentan en las tablas 13, 14 y 15.
- Los valores de zinc promedio, encontrados en este experimento, no superan el EPA de Australia para compost (35), cuyo límite máximo permisible es de 300 mg/kg (Figura 8). Esto significa que, si el compost se destina al uso agrícola, no tiene limitaciones, por su concentración de zinc por debajo del LMP; actuando también como un mejorador de las propiedades del suelo.
- La prueba de hipótesis para el contenido de zinc, utilizando la prueba de Z, da un resultado de 0,379, muy lejos del valor de  $Z = 2,132$  (Figura 9); por esto se acepta la  $H_0$  que el contenido de cobre se encuentra debajo del LMP según el EPA de Australia (35).
- Los datos de zinc hallados en este experimento, son inferiores a lo encontrado en el trabajo de investigación titulado: La incidencia de metales pesados en compost de residuos sólidos urbanos y en su uso agronómico en España, donde las concentraciones de cadmio, cobre y zinc fueron muy altas y hacen imposible considerar estos compost como productos ecológicos (11). Por lo que se utilizarse este compost preparado con residuos de camal,

residuos vegetales y estiércol en los suelos agrícolas, del valle del Mantaro, que tienen bajo contenido de materia orgánica y de nutrientes.

#### 4.2.3. Contenido de cadmio

- La cantidad de cadmio total encontrada en los tratamientos de compost, utilizando residuos de camal en mezcla con residuos vegetales y estiércol, varió entre 1,537 mg/kg (Tratamiento 4: RC 40% + RV 30% + E 30%) y 1,833 mg/kg (Tratamiento 1: RC 70% + RV 15% + E = 15%), sin diferencias estadísticas significativas con el tratamiento testigo: RV 60% + E 40%, que obtuvo un promedio de 2,087 mg/kg. Estos datos se presentan en las tablas 16, 17, 18 y 19.
- Los valores encontrados en los tratamientos de compost, superan lo propuesto por el EPA de Australia, para el compost, que establece un valor de 1 mg/kg para el contenido de cadmio en compost maduro (35); y los valores hallados lo superan en más de dos veces.
- Estos datos permiten aseverar que el cadmio sería un factor limitante para el uso del compost en suelos agrícolas para mejorar sus propiedades físico-químicas y biológicas, así como aportar nutrientes, considerando que el cadmio no es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- La prueba de hipótesis, utilizando el valor de  $Z$  para comparar los promedios encontrados con el EPA de Australia, dan un valor de  $Z = 0,25$ , inferior al  $Z$  de las tablas, de 2,132; lo cual se acepta  $H_1$ ; que el contenido de cadmio se encuentra por encima del LMP según el EPA de Australia para el compost maduro (35).
- Los datos de cadmio hallados en este experimento, son máximos a lo encontrado en el trabajo de investigación titulado: La incidencia de metales

pesados en compost de residuos sólidos urbanos y en su uso agronómico en España, donde las concentraciones de cadmio, cobre y zinc fueron muy altas y por eso no se permite el uso de compost como producto ecológico (11).

#### 4.2.4. Contenido de plomo

- El contenido de plomo en los tratamientos de compost, utilizando residuos de camal en diferentes proporciones, en mezcla con residuos vegetales y estiércol, variaron entre: 15,27 mg/kg (Tratamiento 4: RC 40%+RV 30%+E 30%) y 24,77 mg/kg (Tratamiento 3: RC 50%+RV 25%+E 25%), siendo el tratamiento 4 el de más baja concentración de plomo, superando estadísticamente a todos los demás tratamientos, incluyendo el testigo (Tratamiento 5: RV 60%+E 40%), el cual obtuvo 27,16 mg/kg. Estos datos se presentan en las tablas 20, 21, 22 y 23 mg/kg.
- Estos valores de plomo, encontrados en el compost, son bajos respecto a lo propuesto por EPA Australia, cuyo Límite Máximo Permisible es 150 mg/kg (Figura 12). Por esto se acepta la  $H_0$ ; que el contenido de plomo se encuentra debajo del LMP. Se debe tener en cuenta que el plomo no es un elemento esencial para los organismos, ya sean plantas o animales, donde un exceso puede causar toxicidad.
- En el trabajo de investigación titulado: Contenido de metales pesados en abonos orgánicos, sustratos y plantas cultivadas en organopónicos, tuvo entre sus resultados, que el compost obtenido a partir de la basura doméstica de los vertederos sin previa clasificación y los sustratos preparados a partir de estos, contiene Cd y Pb que se encuentran por encima del LMP, por lo que recomiendan no usarlos en la producción de alimentos (3).

## CONCLUSIONES

1. El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017, sobrepasan los límites máximos permisibles, entre ello tenemos al Cd que su promedio de los tratamientos realizados es de 1.78 y los sobrepasan los límites máximos permisibles, el Cu que su promedio de los tratamientos realizados es de 20.07, el Zn que su promedio de los tratamientos realizados es de 77.84 y Pb que su promedio de los tratamientos realizados es de 22.27, estos tres elementos están por debajo del LMP.
2. Los metales pesados no esenciales, cadmio y plomo, analizados en el compost, preparado con residuos de camal en diferentes proporciones, en mezcla con residuos vegetales y estiércol, tuvieron los siguientes valores promedio:
  - 2.1. El cadmio varió entre 1,537 mg/kg en el tratamiento 4 (RC 40 % + RV 30 % + E 30 %) y 1,833 mg/kg en el tratamiento 1 (RC 70 % + RV 15 % + E 15 %), sin diferencias estadísticas entre sí, inclusive con el testigo (RV 60 % + E 40 %), que obtuvo 2,087 mg/kg. Estos valores superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) del EPA-Australia, que es de 1 mg/kg.
  - 2.2. El plomo varió entre 15,27 mg/kg (Tratamiento 4: RC 40% + RV 30% + E 30%) y 24,77 mg/kg (Tratamiento 3: RC 50 % + RV 25 % + E 25 %), siendo el tratamiento 4 el de más baja concentración de plomo, superando estadísticamente a todos los demás tratamientos, incluyendo el testigo (Tratamiento 5: RV 60 % + E 40 %), el cual obtuvo 27,16 mg/kg. Estos datos no superan los (LMP) del EPA-Australia, establecido en 150 mg/kg.

3. Los metales pesados esenciales, cobre y zinc, tuvieron los siguientes datos:
  - 3.1. El cobre varió entre 16,33 mg/kg (Tratamiento 4: RC 40 % + RV 30 % + E 30 %) a 26,67 mg/kg (Tratamiento 3: RC 50% + RV 25 % + E 25 %), sin diferencias estadísticas significativas con el tratamiento testigo: RV 60 % + E 40 %, que obtuvo un promedio de 20,00 mg/kg. Estos valores no superan los valores de la EPA (Agencia de Protección Ambiental) de Australia, que tiene como LMP (Límite Máximo Permisible) 150 mg/kg (ppm).
  - 3.2. El zinc varió entre 74,667 mg/kg (Tratamiento 2: RC 60 % + RV 20 % + E 20 %) y 82.33 mg/kg (Tratamiento 3: RC 50% + RV 25 % + E 25 %), sin diferencias significativas con el testigo (RV 60 % + E 40 %), cuyo valor promedio fue de 78,333 mg/kg. Los valores de zinc promedio, encontrados en este experimento, no superan el EPA de Australia para compost, cuyo límite máximo permisible es de 300 mg/k.

## **RECOMENDACIONES**

1. El uso del compost obtenido a partir de residuos de camal en diferentes proporciones (40, 50, 60, 70 %) en mezcla con residuos vegetales y estiércol, debe ser restringido para su uso en suelos agrícolas, debido al contenido de cadmio, el mismo que refleja una tendencia a superar los límites máximos permisibles.
2. Ejecutar investigaciones complementarias en las cuales se empleen insumos en diferentes proporciones, evidenciando escenarios originales de entornos experimentales que contribuyan al conocimiento en relación a la actividad de valorización de residuos orgánicos estudiados en la presente (compostaje).
3. Realizar análisis complementarios que asuman a otros elementos de diferente potencial de contaminación que se encuentren propiamente en la realización del compost, de modo que se compruebe y complemente al conocimiento que se tiene en relación a la cantidad de los metales pesados reportados en la presente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **JARA, MARGARITA, Y OTROS.** *Parámetros físicos- químicos y contenido de coliformes de un compost obtenido a partir de residuos orgánicos del camal frigorífico riobamba.* 3, Ecuador : Revista Amazónica Ciencias y Tecnología, 2016, Vol. 5.
2. **UICAB, BRITO Y SANDOVAL, CASTRO.** *Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta.* 2, Mexico : Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2003, Vol. 2. 1870-0462.
3. **RODRÍGUEZ, MIRELYS, Y OTROS.** *Contenido de metales pesados en abonos orgánicos, sustratos y plantas cultivadas en organopónicos.* 2, Cuba : Instituto Nacional de Ciencia Agrícola, 2012, Vol. 33. 0258-5936.
4. **PÉREZ , MA, Y OTROS.** *Concentración de Pb,Cd, Ni,Zn en suelos contaminados y su transferencia a la pella de brócoli.* 3, México : Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,, 2003, Vol. 26. 2395-8030.
5. **CANARUTTO, S, Y OTROS.** *How composting affects heavy metal content.* Estados Unidos : Journal Name: BioCycle; (United States), 1991.
6. **J.W.C., WONG, K.K., MA Y K.M., FANG.** *Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong.* Hong Kong : Elsevier, 1999.
7. **MINISTERIO DEL AMBIENTE.** Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. Perú : El Peruano, 2016.
8. **DELGADO, LEYDI;** Raúl Valenzuela: Nunca imaginé vivir de la basura de lima. Lima : La Republica, 2018.
9. **REDACCIÓN LR.** Estudio: Suelo de la Oroya presenta altos niveles de contaminación de plomo. Oroya : La Republica, 2014.
10. **APAZA, EMMA, MAMANI, PATI Y SAINZ, HUMBERTO.** *Evaluación de metales pesados en el proceso de compostaje orgánico de residuos de hojas de coca.* Bolivia : Instituto de Investigación y Extensión Agrícola (IINEA). Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Ingeniería Agronómica, 2015.

11. **ROSAL, ANTONIO, Y OTROS.** *La incidencia de metales pesados en compost de residuos sólidos urbanos en su uso agronómico en España.* 6, España : Información Tecnológica, 2007, Vol. 18.
12. **MAHECHA, JUAN, TRUJILLO, JUAN Y TORRES, MARCO.** *Contenido de metales pesados e suelos agrícolas de la Región Ariari, Departamento de Meta.* Colombiana : Gestión Ambiental sostenible, 2015.
13. **QUILLE, GERMÁN Y DONAIRES, T.** *Tratamiento de efluentes líquidos y sólidos de camal municipal Ilave.* 1, s.l. : Revista de Investigación Altoandina, 2013, Vol. 15.
14. **ROJAS, AUGUSTO, Y OTROS.** *Evaluación de compost con presencia de metales pesados en el crecimiento de *Azospirillum brasilense* y *Glomus intraradices*.* 8, México : Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2016, Vol. 7. 2007-0934.
15. **RIERA, TALIA.** *Optimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del Cantón Chunchi provincia Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización.* Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
16. **APAZA, DANIEL.** *Compostaje y biodigestión con subproductos de camal en el Perú.* Perú : Universidad Nacional del Altiplano, 2013.
17. **ILIQÚIN, ROBERTH.** *Producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos takakura y EM- compostaje en el distrito de Chachapoyas , región Amazonas.* Chachapoyas : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2014.
18. **GONZÁLEZ, MAURICIO.** *Aspectos descriptivos técnicos para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en un matadero municipal para proceso de compostaje y lombricultura.* Colombia : s.n.
19. **FIGUEROA, VILDA Y SÁNCHEZ, MANUEL.** *Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal.* La Habana : Estudio FAO Producción Sanidad Animal, 1994. 1014-1200.



20. **PEÑA, JOSÉ.** *Modelo de gestión en el manejo integral re residuos y subproductos en pequeños y medianos mataderos de ganado bovino del estado Tachira, Venezuela.* Venezuela : Universidad Nacioanal EXperimental del Tachira, Venezuela.
21. **A, GENDEBIEN, Y OTROS.** Survey ofwastes spread on land. final Report. s.l. : European Commission Directorate. general for evironment, 2001.
22. **ACEVEDO , DIANA Y BUITRAGO, LUISA.** *Evaluación del contenido ruminal como suplemento alimenticio pata el consumo del ganado bovino ensilándolo con Lactobacillus casei.* Medellín : Universidad EAFIT, 2008.
23. **ARCELLANO, LUCRECIA, ROSALES, MAGDALENA Y HUERTA, CARMEN.** El estiércol: material de desecho, de proveho y algo mas. México : Inecol, 2014.
24. **FINCK, ARNOLD.** *Fertilizantes y fertilización: Fundamentos y métodos para la fertilización de cultivos.* Barcelona : Reverté,S.A., 1988.
25. **H, BELITZ Y W, GROSCH.** *Química de los alimentos.* España : s.n., 1997.
26. **GARCÍA, SILVIA Y RODRÍGUEZ, CARMEN.** *UF0003: Operaciones Culturales, riego y fertilización.* España : Elearning S.L., 2014. 978-84-16275-07-6.
27. **SUAREZ, FRANSISCA.** *Persistencia y capacidad infectiva del hongo fitopatógenoFusarium oxysporum f. sp. melonis en residuos vegetal de melón.* s.l. : Universidad De Almería Departamento de Biología Aplicada, 2001.
28. **ALONSO, JOSÉ.** *Como hacer Compost: Guia para amantes de la jardinería y el medio ambiente.* España : Mundi -Prensa, 2011.
29. **TÁRRAGA, RAÚL.** *Ámbito de ciencia, tecnología y sociedad en el mundo actual.* España : Ministerio de educación, cultura y deporte, 2015.
30. **NÚÑEZ, JORGE.** *Manejo y Conservación de Suelos.* Costa Rica : s.n., 2001.
31. **ANSORENA, JAVIER.** *El compost de Biorresiduos, Normativa, calida y aplicaciones.* España : Mundi- Prensa, 2016.
32. **ROBEN , EVA.** *Manual de compostaje para Municipios.* Ecuador : s.n., 2002.

33. **ROMÁN, PILAR, MARTÍNEZ, MARÍA Y PANTOJA, ALBERTO.** *Manual de Compostje del Agricultor: Experiencias en América Latina.* Santiago de Chile : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013. 978-92-5-307845-5.
34. **ADRIANO, DOMY.** *Trace Elements in Terrestrial Environments.* s.l. : Nature Conservation & Biodiversity, 2001.
35. **EPA.** "Compost guideline". South Australia : Environment Protection Authority, 2013. 978-1-921125-45-4.
36. **MC. BRIDE, MURRAY.** *Environmental Chemistry of Soils.* New York Oxford : s.n., 1994.
37. **CARGUA, JÉSSICA.** *Determinación de las formas de Cu, Cd, Ni, Pb y Zn y su biodisponibilidad en suelos agrícolas del litoral Ecuatoriano.* Ecuador : Universidad Tecnológica Equinoccial, 2010.
38. **NAVARRO, J, AGUILAR, ALONSO Y LOPEZ, J.** *Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas.* 2, España : Ecosistemas, 2007, Vol. 16. 1132-6344.
39. **SAUCEDO, ENRIQUE.** *Suelos contaminados con elementos potencialmente tóxicos. Un nuevo método de detección.* México : s.n., 2014.
40. **JIMÉNEZ, R.** *Indroducción a la contaminación de suelos.* Madrid : Mundi Prensa, 2017.
41. **WALLECE, GARN.** *Lead and other potentially toxic heavy metals in soil.* New York : s.n., 2008.
42. **RIBEIRO, M, Y OTROS.** *Metais pesados em solos de área de rejeitos de indústria de processamento de zinco.* 2, Brasil : Rev. Bras. Ciênc. Solo [online], 1999, Vol. 23.
43. **TERRY, ROBERTS.** *Cadmium and Phosphorous Fertilizers: The Issues and the Science.* New York : Elsevier, 2014, Vol. 83.
44. **MILLER, W.** *Distribution of Cadmium, Zinc, Copper, and Lead in Soils of Industrial Northwestern Indiana.* 1, New York : s.n., 1983, Vol. 12.
45. **LENNTECH.** <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm>. [En línea]

46. **MINISTERIO DEL AMBIENTE.** Aprueba Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales como Plantas de cañales y Plantas de beneficio. Lima : s.n., 2009.
47. **SMOLDERS, E Y J, MERTENS.** *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and Their Bioavailability, Environmental Pollution.* New York : Springer, 2013.
48. **PROYECTO DE LA NORMA EN CONSULTA PÚBLICA NCH2880.C2003. CHILE : s.n., 2003.**
49. **COSTA, J, Y OTROS.** *Curso de Ingeniería Química: Introducción a los procesos, las operaciones unitarias y los fenómenos de transporte.* Barcelona : Rverté, S.A., 1991.
50. **BAUTISTA, FRANCISCO.** *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados.* México : Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, 1999.
51. **STEINNES, E Y ALLOWAY, B.J.** *HEAVY IN SOILS: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability, Environmental Pollution.* New York : Springer, 2013.
52. **TRILLOS, G. L., Y OTROS.** *Análisis físico-químicos de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César.* s.l. : Ingeniería Agroindustrial. U.P.C., 2007.
53. **BERNAL, CÉSAR.** *Metodología de la Investigación.* Colombia : Pearson Educación, 2010. 978-958-699-128-5.
54. **ARROYO, JACINTO.** *¿Cómo ejecutar un plan de investigación?* Huancayo : Fundación para el desarrollo y aplicación de las ciencias, 2012.
55. **HERNÁNDEZ, ROBERTO, FERNÁNDEZ, CARLOS Y BAPTISTA, PILAR.** *Metodología de la investigación: Quinta edición.* México : s.n., 2006.
56. **TRIOLA, MARIO.** *Estadística: Novena edición.* México : Pearson, 2004. 970-26-0519-9.

## **ANEXOS**

### Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><u>Problema General:</u></p> <p>¿Cuál es el contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017?</p> <p><u>Problemas Específicos</u></p> <p>¿Cuál es el contenido de metales pesados no esenciales: Plomo y Cadmio, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017?</p> <p>¿Cuál es el contenido de metales pesados esenciales: Cobre y Zinc, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017?</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>Determinar el contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.</p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <p>Determinar el contenido de metales pesados no esenciales: Plomo y Cadmio, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.</p> <p>Determinar el contenido de metales pesados esenciales: Cobre y Zinc, en el compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017.</p>	<p><u>Hipótesis de investigación:</u></p> <p>Hi: El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles</p> <p><u>Hipótesis Nula</u></p> <p>H0: El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 no sobrepasan los límites máximos permisibles.</p> <p><u>Hipótesis Alternativa:</u></p> <p>Ha: El contenido de metales pesados en el compost de residuos de camal mezclado con residuos vegetales y estiércol en la Provincia de Chupaca, Junín, 2017 sobrepasan los límites máximos permisibles; Cd y no sobrepasan los límites máximos permisibles Cu, Zn y Pb.</p>	<p><u>Variable Dependiente:</u></p> <p>Contenido de metales pesados esenciales y no esenciales.</p> <p><u>Variable Independiente:</u></p> <p>Compost de residuos de camal, mezclado con residuos vegetal y estiércol.</p>	<p>Método General: Hipotético –Deductivo.</p> <p>Método Especifico: Método de Análisis y Observación.</p> <p>Tipo: Aplicada.</p> <p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Diseño: Experimental – Transversal.</p> <p>Población: La población está constituida por la mezcla de residuos camal que en total son ocho elementos, de las cuales se tomó la sangre, el rumen y el estiércol asimismo se tomó residuos vegetales como chala seca de maíz, habas y alverja para todos los tratamientos en estudio.</p> <p>Muestra: Se extrajo 500 g aproximadamente para su posterior análisis</p> <p>Técnica de Recolección de datos: Observación</p> <p>Instrumento de Recolección de datos: Lista de Cotejo.</p> <p>Cadena de Custodia.</p>

## Anexo N° 02: Control de la Temperatura de los Tratamientos

CONTROL DE TEMPERATURAS				
TRATAMIENTO 1				
REPETICIONES		I	II	III
FECHAS	DÍAS			
12/02/2018	Lunes	32.4 °C	22.1 °C	21.9 °C
13/02/2018	Martes	30.1 °C	22.4 °C	26.8 °C
14/02/2018	Miércoles	36.3 °C	38.5°C	40.8 °C
15/02/2018	Jueves	36.3 °C	36.1 °C	38.7 °C
16/02/2018	Viernes	35.3 °C	38.4°C	37.3 °C
17/02/2018	Sábado	36.5 °C	40.2 °C	40.0 °C
18/02/2018	Domingo	34.5 °C	37.5 °C	39.0 °C
19/02/2018	Lunes	30.8 °C	34.7 °C	36.2 °C
20/02/2018	Martes	25.1 °C	38.7 °C	34.8 °C
21/02/2018	Miércoles	27.4°C	39.3°C	38.1°C
22/02/2018	Jueves	25.9°C	36.1°C	37.2°C
23/02/2018	Viernes	24.5°C	32.6°C	33.1°C
24/02/2018	Sábado	21.3°C	28.6°C	26.8°C
25/02/2018	Domingo	22.6°C	24.7°C	24.8°C
26/02/2018	Lunes	20.8°C	22.6°C	21.8°C
27/02/2018	Martes	19.7°C	19.7°C	20.0°C
28/02/2018	Miércoles	19.1°C	18.1°C	18.8°C
1/03/2018	Jueves	18.9°C	20.6°C	19.8°C
2/03/2018	Viernes	17.4°C	17.6°C	19.1°C
3/03/2018	Sábado	17.9°C	19.2°C	19.1°C
4/03/2018	Domingo	16.7°C	18.5°C	17.7°C
5/03/2018	Lunes	17.8°C	18.0°C	19.8°C
6/03/2018	Martes	18.0°C	17.9°C	18.7°C
7/03/2018	Miércoles	19.3°C	19.0°C	19.4°C
8/03/2018	Jueves	18.5°C	20.1°C	18.8°C
9/03/2018	Viernes	19.6°C	19.6°C	19.6°C
10/03/2018	Sábado	17.9°C	19.9°C	19.4°C
11/03/2018	Domingo	18.1°C	19.2°C	18.7°C
12/03/2018	Lunes	19.6°C	20.5°C	20.4°C
13/03/2018	Martes	20.6°C	20.9°C	19.8°C
14/03/2018	Miércoles	19.7°C	20.4°C	19.6°C
15/03/2018	Jueves	17.7°C	17.4°C	17.7°C
16/03/2018	Viernes	17.6°C	15.2°C	17.5°C
17/03/2018	Sábado	17.3°C	17.8°C	17.2°C
18/03/2018	Domingo	18.0°C	17.7°C	17.6°C
19/03/2018	Lunes	18.8°C	17.4°C	17.9°C
20/03/2018	Martes	18.0°C	16.6°C	17.0°C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 1</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
21/03/2018	Miércoles	19.0°C	17.1°C	17.0°C
22/03/2018	Jueves	19.8°C	17.1°C	17.1°C
23/03/2018	Viernes	18.4°C	16.3°C	16.6°C
24/03/2018	Sábado	18.3°C	16.2°C	15.9°C
25/03/2018	Domingo	18.2°C	17.7°C	17.8°C
26/03/2018	Lunes	16.3°C	16.2°C	15.2°C
27/03/2018	Martes	17.3°C	16.9°C	17.4°C
28/03/2018	Miércoles	18.5°C	16.6°C	17.4°C
29/03/2018	Jueves	18.3°C	16.8°C	17.5°C
30/03/2018	Viernes	18.5°C	16.9°C	18.0°C
31/03/2018	Sábado	19.0°C	18.7°C	19.6°C
1/04/2018	Domingo	18.9°C	18.0°C	19.0°C
2/04/2018	Lunes	17.3°C	18.5°C	18.3°C
3/04/2018	Martes	18.0°C	22.2°C	20.3°C
4/04/2018	Miércoles	20.0°C	25.3°C	21.6°C
5/04/2018	Jueves	22.4°C	36.2°C	21.8°C
6/04/2018	Viernes	21.2°C	33.7°C	25.6°C
7/04/2018	Sábado	12.9°C	14.5°C	15.4°C
8/04/2018	Domingo	19.8°C	14.8°C	18.7°C
9/04/2018	Lunes	16.2°C	25.9°C	18.6°C
10/04/2018	Martes	25.6°C	20.2°C	24.3°C
11/04/2018	Miércoles	21.9°C	38.5°C	21.0°C
12/04/2018	Jueves	25.1°C	37.6°C	27.6°C
13/04/2018	Viernes	16.1°C	13.3°C	15.2°C
14/04/2018	Sábado	16.0°C	13.0°C	15.4°C
15/04/2018	Domingo	19.0°C	19.6°C	17.0°C
16/04/2018	Lunes	18.6°C	28.1°C	16.9°C
17/04/2018	Martes	23.3°C	29.4°C	21.6°C
18/04/2018	Miércoles	22.9°C	32.5°C	25.6°C
19/04/2018	Jueves	21.9°C	35.4°C	24.2°C
20/04/2018	Viernes	19.3°C	26.9°C	18.9°C
21/04/2018	Sábado	18.6°C	14.2°C	14.2°C
22/04/2018	Domingo	19.5°C	22.4°C	20.8°C
23/04/2018	Lunes	23.2°C	23.0°C	19.7°C
24/04/2018	Martes	19.0°C	19.5°C	20.0°C
25/04/2018	Miércoles	17.0°C	15.9°C	18.3°C
26/04/2018	Jueves	18.8°C	20.6°C	18.7°C
27/04/2018	Viernes	22.9°C	26.2°C	26.7°C
28/04/2018	Sábado	17.1°C	16.4°C	17.0°C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 1</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
29/04/2018	Domingo	17.1°C	16.5°C	19.1°C
30/04/2018	Lunes	16.7°C	26.2°C	21.3°C
1/05/2018	Martes	15.7°C	21.4°C	17.6°C
2/05/2018	Miércoles	17.7°C	21.2°C	20.0°C
3/05/2018	Jueves	18.4°C	22.4°C	19.9°C
4/05/2018	Viernes	18.7°C	24.4°C	18.8°C
5/05/2018	Sábado	17.0°C	14.5°C	16.0°C
6/05/2018	Domingo	14.4°C	20.2°C	17.5°C
7/05/2018	Lunes	18.5°C	15.2°C	18.1°C
8/05/2018	Martes	20.4°C	18.4°C	22.1°C
9/05/2018	Miércoles	26.9°C	18.6°C	24.4°C
10/05/2018	Jueves	18.2°C	19.3°C	17.8°C
11/05/2018	Viernes	18.4°C	31.7°C	19.5°C
12/05/2018	Sábado	17.4°C	25.1°C	20.1°C
13/05/2018	Domingo	18.1°C	16.2°C	17.8°C
14/05/2018	Lunes	22.2°C	15.6°C	19.8°C
15/05/2018	Martes	25.0°C	20.1°C	23.8°C
16/05/2018	Miércoles	18.5°C	15.6°C	20.4°C
17/05/2018	Jueves	18.9°C	17.9°C	17.6°C
18/05/2018	Viernes	17.6°C	15.9°C	15.8°C
19/05/2018	Sábado	18.6°C	17.5°C	18.2°C
20/05/2018	Domingo	18.2°C	18.0°C	17.6°C
21/05/2018	Lunes	20.4°C	17.6°C	21.1°C
22/05/2018	Martes	17.5°C	15.6°C	20.4°C
23/05/2018	Miércoles	20.6°C	16.1°C	18.7°C
24/05/2018	Jueves	18.5°C	17.7°C	18.6°C
25/05/2018	Viernes	19.3°C	18.2°C	18.3°C
26/05/2018	Sábado	18.3°C	18.0°C	17.9°C
27/05/2018	Domingo	COSECHA DEL COMPOST		



<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 2</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
12/02/2018	Lunes	23.6 °C	22.0 °C	29.1 °C
13/02/2018	Martes	28.8 °C	20.2 °C	29.6 °C
14/02/2018	Miércoles	46.5 °C	40.0 °C	42.2 °C
15/02/2018	Jueves	49.2 °C	39.8 °C	43.5 °C
16/02/2018	Viernes	49.6 °C	42.8 °C	45.6 °C
17/02/2018	Sábado	45.6 °C	49.1 °C	41.8 °C
18/02/2018	Domingo	41.3 °C	39.8 C	37.4 °C
19/02/2018	Lunes	33.6 °C	33.2 °C	32.5 °C
20/02/2018	Martes	43.7 °C	41.5 °C	40.4 °C
21/02/2018	Miércoles	44.2°C	45.5°C	44.7°C
22/02/2018	Jueves	37.8°C	40.9°C	35.5°C
23/02/2018	Viernes	31.3°C	34.0°C	30.4°C
24/02/2018	Sábado	24.0°C	25.2°C	24.8°C
25/02/2018	Domingo	23.2°C	22.3°C	23.2°C
26/02/2018	Lunes	21.3°C	20.9°C	22.2°C
27/02/2018	Martes	19.8°C	19.3°C	19.4°C
28/02/2018	Miércoles	18.6°C	19.1°C	18.9°C
1/03/2018	Jueves	17.2°C	19.5°C	24.4°C
2/03/2018	Viernes	20.2°C	23.9°C	22.4°C
3/03/2018	Sábado	20.6°C	23.0°C	22.2°C
4/03/2018	Domingo	20.2°C	24.3°C	21.8°C
5/03/2018	Lunes	20.8°C	22.2°C	22.2°C
6/03/2018	Martes	19.8°C	21.8°C	21.4°C
7/03/2018	Miércoles	21.8°C	22.3°C	23.3°C
8/03/2018	Jueves	21.3°C	23.1°C	22.1°C
9/03/2018	Viernes	21.6°C	21.6°C	21.6°C
10/03/2018	Sábado	17.2°C	22.4°C	20.6°C
11/03/2018	Domingo	18.9°C	21.2°C	19.3°C
12/03/2018	Lunes	21.3°C	21.4°C	18.8°C
13/03/2018	Martes	20.4°C	20.7°C	19.3°C
14/03/2018	Miércoles	20.6°C	21.3°C	19.3°C
15/03/2018	Jueves	19.2°C	19.5°C	19.4°C
16/03/2018	Viernes	18.4°C	18.8°C	17.0°C
17/03/2018	Sábado	18.5°C	18.1°C	17.5°C
18/03/2018	Domingo	17.1°C	18.8°C	17.2°C
19/03/2018	Lunes	18.2°C	25.8°C	18.0°C
20/03/2018	Martes	17.6°C	17.9°C	17.3°C
21/03/2018	Miércoles	17.2°C	17.4°C	16.9°C
22/03/2018	Jueves	17.5°C	17.3°C	17.1°C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 2</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
23/03/2018	Viernes	17.0°C	17.2°C	16.3°C
24/03/2018	Sábado	17.0°C	16.6°C	16.0°C
25/03/2018	Domingo	18.6°C	18.2°C	18.4°C
26/03/2018	Lunes	17.1°C	16.4°C	15.9°C
27/03/2018	Martes	17.8°C	17.4°C	17.4°C
28/03/2018	Miércoles	19.5°C	17.9°C	16.8°C
29/03/2018	Jueves	19.4°C	18.2°C	17.6°C
30/03/2018	Viernes	20.1°C	18.0°C	17.0°C
31/03/2018	Sábado	20.1°C	18.3°C	18.2°C
1/04/2018	Domingo	19.0°C	18.0°C	18.4°C
2/04/2018	Lunes	19.6°C	18.6°C	18.6°C
3/04/2018	Martes	20.9°C	22.6°C	25.6°C
4/04/2018	Miércoles	25.6°C	26.3°C	30.4°C
5/04/2018	Jueves	30.2°C	35.0°C	37.4°C
6/04/2018	Viernes	28.8°C	29.5°C	34.3°C
7/04/2018	Sábado	15.9°C	16.7°C	15.8°C
8/04/2018	Domingo	18.8°C	19.0°C	18.8°C
9/04/2018	Lunes	20.1°C	22.6°C	20.6°C
10/04/2018	Martes	20.8°C	36.3°C	28.9°C
11/04/2018	Miércoles	20.2°C	26.0°C	33.7°C
12/04/2018	Jueves	27.8°C	31.3°C	36.8°C
13/04/2018	Viernes	14.2°C	13.6°C	14.9°C
14/04/2018	Sábado	15.0°C	14.3°C	15.3°C
15/04/2018	Domingo	16.8°C	15.7°C	24.4°C
16/04/2018	Lunes	15.8°C	15.5°C	30.0°C
17/04/2018	Martes	30.5°C	35.6°C	33.9°C
18/04/2018	Miércoles	29.8°C	30.1°C	33.1°C
19/04/2018	Jueves	30.8°C	29.1°C	36.0°C
20/04/2018	Viernes	21.2°C	24.7°C	29.1°C
21/04/2018	Sábado	14.7°C	18.6°C	24.4°C
22/04/2018	Domingo	21.5°C	20.4°C	23.4°C
23/04/2018	Lunes	19.5°C	22.7°C	24.9°C
24/04/2018	Martes	18.6°C	19.9°C	19.9°C
25/04/2018	Miércoles	15.0°C	14.0°C	18.3°C
26/04/2018	Jueves	18.9°C	17.7°C	20.7°C
27/04/2018	Viernes	23.9°C	23.2°C	18.5°C
28/04/2018	Sábado	15.7°C	16.5°C	19.7°C
29/04/2018	Domingo	16.5°C	18.1°C	18.0°C
30/04/2018	Lunes	22.5°C	26.8°C	20.3°C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 2</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
1/05/2018	Martes	15.5°C	18.9°C	22.4°C
2/05/2018	Miércoles	17.5°C	20.9°C	26.0°C
3/05/2018	Jueves	20.8°C	20.2°C	23.8°C
4/05/2018	Viernes	18.0°C	18.3°C	18.2°C
5/05/2018	Sábado	16.0°C	14.7°C	13.8°C
6/05/2018	Domingo	13.4°C	16.3°C	20.9°C
7/05/2018	Lunes	17.6°C	16.2°C	15.6°C
8/05/2018	Martes	19.0°C	20.9°C	21.8°C
9/05/2018	Miércoles	17.1°C	17.4°C	18.4°C
10/05/2018	Jueves	17.8°C	16.6°C	20.6°C
11/05/2018	Viernes	20.9°C	20.8°C	23.9°C
12/05/2018	Sábado	16.6°C	21.1°C	25.1°C
13/05/2018	Domingo	18.0°C	15.0°C	13.2°C
14/05/2018	Lunes	18.8°C	15.9°C	12.5°C
15/05/2018	Martes	22.9°C	21.1°C	19.0°C
16/05/2018	Miércoles	17.2°C	18.6°C	19.5°C
17/05/2018	Jueves	17.7°C	17.9°C	22.9°C
18/05/2018	Viernes	16.2°C	16.8°C	18.6°C
19/05/2018	Sábado	17.6°C	18.1°C	19.0°C
20/05/2018	Domingo	18.2°C	17.6°C	18.6°C
21/05/2018	Lunes	19.4°C	18.4°C	16.7°C
22/05/2018	Martes	15.3°C	17.1°C	21.8°C
23/05/2018	Miércoles	19.4°C	17.6°C	17.8°C
24/05/2018	Jueves	16.8°C	16.2°C	14.3°C
25/05/2018	Viernes	17.6°C	15.6°C	15.8°C
26/05/2018	Sábado	17.0°C	16.0°C	16.0°C
27/05/2018	Domingo	COSECHA DEL COMPOST		

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 3</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
12/02/2018	Lunes	24.2 °C	19.1 °C	25.3 °C
13/02/2018	Martes	25.5 °C	20.4 °C	24.0 °C
14/02/2018	Miércoles	50.1 °C	42.1 °C	38.8 °C
15/02/2018	Jueves	43.8 °C	41.3 °C	41.7 °C
16/02/2018	Viernes	53.6 °C	53.9 °C	45.6 °C
17/02/2018	Sábado	51.7 °C	48.4 °C	42.9 °C
18/02/2018	Domingo	45.6 °C	41.1 °C	36.0 °C
19/02/2018	Lunes	35.7 °C	33.9 °C	29.2 °C
20/02/2018	Martes	52.5 °C	46.8 °C	44.5 °C
21/02/2018	Miércoles	48.1 °C	46.8 °C	51.0 °C
22/02/2018	Jueves	39.5 °C	35.2 °C	40.2 °C
23/02/2018	Viernes	27.0 °C	23.9 °C	30.7 °C
24/02/2018	Sábado	21.8 °C	19.5 °C	21.3 °C
25/02/2018	Domingo	20.9 °C	20.4 °C	21.4 °C
26/02/2018	Lunes	20.1 °C	19.4 °C	21.1 °C
27/02/2018	Martes	18.6 °C	17.6 °C	19.3 °C
28/02/2018	Miércoles	18.5 °C	17.5 °C	18.9 °C
1/03/2018	Jueves	22.2 °C	28.4 °C	25.9 °C
2/03/2018	Viernes	17.4 °C	23.6 °C	26.5 °C
3/03/2018	Sábado	23.9 °C	24.4 °C	37.1 °C
4/03/2018	Domingo	22.9 °C	24.8 °C	22.7 °C
5/03/2018	Lunes	24.5 °C	26.1 °C	22.2 °C
6/03/2018	Martes	24.3 °C	25.8 °C	22.0 °C
7/03/2018	Miércoles	26.1 °C	25.6 °C	24.7 °C
8/03/2018	Jueves	25.2 °C	25.4 °C	21.8 °C
9/03/2018	Viernes	25.5 °C	24.2 °C	20.3 °C
10/03/2018	Sábado	25.2 °C	23.4 °C	21.3 °C
11/03/2018	Domingo	24.2 °C	22.4 °C	19.5 °C
12/03/2018	Lunes	23.1 °C	21.5 °C	18.7 °C
13/03/2018	Martes	24.0 °C	21.5 °C	20.4 °C
14/03/2018	Miércoles	22.7 °C	21.5 °C	20.2 °C
15/03/2018	Jueves	18.2 °C	19.3 °C	19.6 °C
16/03/2018	Viernes	18.5 °C	17.7 °C	19.3 °C
17/03/2018	Sábado	18.1 °C	17.7 °C	18.7 °C
18/03/2018	Domingo	18.3 °C	17.6 °C	17.5 °C
19/03/2018	Lunes	19.1 °C	18.5 °C	17.1 °C
20/03/2018	Martes	17.6 °C	17.5 °C	16.5 °C
21/03/2018	Miércoles	17.7 °C	17.6 °C	17.5 °C
22/03/2018	Jueves	17.0 °C	18.0 °C	17.3 °C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 3</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
23/03/2018	Viernes	17.9°C	17.0°C	16.8°C
24/03/2018	Sábado	16.5°C	16.8°C	15.7°C
25/03/2018	Domingo	18.1°C	18.0°C	18.2°C
26/03/2018	Lunes	17.3°C	16.8°C	17.1°C
27/03/2018	Martes	18.4°C	17.4°C	18.2°C
28/03/2018	Miércoles	18.0°C	18.0°C	17.7°C
29/03/2018	Jueves	19.6°C	17.5°C	19.2°C
30/03/2018	Viernes	19.5°C	18.0°C	18.6°C
31/03/2018	Sábado	20.5°C	19.1°C	18.4°C
1/04/2018	Domingo	19.0°C	18.6°C	19.0°C
2/04/2018	Lunes	18.6°C	18.3°C	19.6°C
3/04/2018	Martes	26.5°C	25.9°C	25.2°C
4/04/2018	Miércoles	32.0°C	29.6°C	28.3°C
5/04/2018	Jueves	33.6°C	35.8°C	37.8°C
6/04/2018	Viernes	36.3°C	31.2°C	33.5°C
7/04/2018	Sábado	14.8°C	17.4°C	16.3°C
8/04/2018	Domingo	15.1°C	17.6°C	18.4°C
9/04/2018	Lunes	25.2°C	26.6°C	20.1°C
10/04/2018	Martes	27.8°C	32.9°C	30.0°C
11/04/2018	Miércoles	37.5°C	37.2°C	35.4°C
12/04/2018	Jueves	37.9°C	37.3°C	35.6°C
13/04/2018	Viernes	13.9°C	12.9°C	15.5°C
14/04/2018	Sábado	15.3°C	14.2°C	16.9°C
15/04/2018	Domingo	28.0°C	17.1°C	30.2°C
16/04/2018	Lunes	30.4°C	18.2°C	30.8°C
17/04/2018	Martes	27.7°C	30.9°C	35.3°C
18/04/2018	Miércoles	32.9°C	33.4°C	33.8°C
19/04/2018	Jueves	37.2°C	34.6°C	33.1°C
20/04/2018	Viernes	28.9°C	27.2°C	35.4°C
21/04/2018	Sábado	22.1°C	13.3°C	25.6°C
22/04/2018	Domingo	21.2°C	22.9°C	20.2°C
23/04/2018	Lunes	20.0°C	25.0°C	21.5°C
24/04/2018	Martes	19.4°C	19.2°C	18.5°C
25/04/2018	Miércoles	17.7°C	14.0°C	23.2°C
26/04/2018	Jueves	18.1°C	18.3°C	22.0°C
27/04/2018	Viernes	16.2°C	19.4°C	28.0°C
28/04/2018	Sábado	17.1°C	15.3°C	20.5°C
29/04/2018	Domingo	18.3°C	17.8°C	16.5°C
30/04/2018	Lunes	22.8°C	26.8°C	20.5°C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 3</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
1/05/2018	Martes	16.5°C	19.1°C	18.5°C
2/05/2018	Miércoles	16.2°C	20.1°C	35.8°C
3/05/2018	Jueves	22.8°C	27.2°C	31.9°C
4/05/2018	Viernes	19.1°C	22.8°C	27.3°C
5/05/2018	Sábado	12.9°C	12.9°C	15.7°C
6/05/2018	Domingo	19.3°C	17.6°C	23.7°C
7/05/2018	Lunes	14.7°C	14.3°C	16.5°C
8/05/2018	Martes	22.6°C	26.9°C	21.7°C
9/05/2018	Miércoles	16.9°C	20.1°C	20.1°C
10/05/2018	Jueves	18.1°C	19.7°C	24.7°C
11/05/2018	Viernes	23.2°C	22.9°C	22.9°C
12/05/2018	Sábado	25.7°C	28.2°C	23.2°C
13/05/2018	Domingo	19.5°C	15.5°C	16.4°C
14/05/2018	Lunes	20.8°C	16.6°C	17.4°C
15/05/2018	Martes	18.1°C	19.3°C	17.2°C
16/05/2018	Miércoles	17.3°C	18.1°C	19.5°C
17/05/2018	Jueves	16.9°C	17.9°C	25.8°C
18/05/2018	Viernes	15.8°C	15.8°C	19.9°C
19/05/2018	Sábado	17.0°C	16.6°C	20.2°C
20/05/2018	Domingo	18.3°C	17.5°C	19.8°C
21/05/2018	Lunes	17.8°C	16.3°C	20.6°C
22/05/2018	Martes	16.8°C	16.5°C	24.6°C
23/05/2018	Miércoles	14.9°C	16.8°C	26.4°C
24/05/2018	Jueves	13.5°C	13.9°C	17.1°C
25/05/2018	Viernes	14.6°C	14.0°C	16.9°C
26/05/2018	Sábado	14.0°C	14.3°C	15.9°C
27/05/2018	Domingo	COSECHA DEL COMPOST		

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 4</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
12/02/2018	Lunes	23.0 °C	22.7 °C	23.1 °C
13/02/2018	Martes	24.2 °C	28.1 °C	22.8 °C
14/02/2018	Miércoles	44.5 °C	43.3 °C	42.3 °C
15/02/2018	Jueves	40.7 °C	42.0 °C	42.2 °C
16/02/2018	Viernes	47.2 °C	42.7 °C	50.2 °C
17/02/2018	Sábado	42.6 °C	48.0 °C	47.4 °C
18/02/2018	Domingo	38.6 °C	42.3 °C	42.9 °C
19/02/2018	Lunes	31.9 °C	31.6 °C	34.1 °C
20/02/2018	Martes	36.2 °C	40.8 °C	44.7 °C
21/02/2018	Miércoles	51.2 °C	48.7 °C	46.3 °C
22/02/2018	Jueves	43.1 °C	39.7 °C	37.3 °C
23/02/2018	Viernes	35.2 °C	30.1 °C	29.0 °C
24/02/2018	Sábado	27.1 °C	20.7 °C	21.7 °C
25/02/2018	Domingo	23.5 °C	21.1 °C	20.8 °C
26/02/2018	Lunes	21.7 °C	21.0 °C	20.3 °C
27/02/2018	Martes	19.9 °C	19.4 °C	18.3 °C
28/02/2018	Miércoles	19.2 °C	18.8 °C	18.5 °C
1/03/2018	Jueves	29.6 °C	26.6 °C	23.5 °C
2/03/2018	Viernes	26.7 °C	25.4 °C	24.3 °C
3/03/2018	Sábado	26.6 °C	27.7 °C	24.4 °C
4/03/2018	Domingo	22.2 °C	25.0 °C	24.2 °C
5/03/2018	Lunes	26.4 °C	23.3 °C	21.7 °C
6/03/2018	Martes	25.3 °C	20.53 °C	22.83 °C
7/03/2018	Miércoles	27.0 °C	24.4 °C	25.2 °C
8/03/2018	Jueves	24.2 °C	24.0 °C	24.8 °C
9/03/2018	Viernes	24.0 °C	23.1 °C	24.7 °C
10/03/2018	Sábado	23.7 °C	23.1 °C	24.2 °C
11/03/2018	Domingo	20.8 °C	23.2 °C	23.0 °C
12/03/2018	Lunes	22.2 °C	23.2 °C	22.3 °C
13/03/2018	Martes	23.5 °C	21.7 °C	24.3 °C
14/03/2018	Miércoles	22.0 °C	22.1 °C	22.5 °C
15/03/2018	Jueves	20.4 °C	21.3 °C	19.4 °C
16/03/2018	Viernes	17.3 °C	19.2 °C	19.7 °C
17/03/2018	Sábado	16.3 °C	17.5 °C	18.4 °C
18/03/2018	Domingo	16.3 °C	18.1 °C	18.4 °C
19/03/2018	Lunes	16.7 °C	19.3 °C	19.8 °C
20/03/2018	Martes	15.6 °C	18.1 °C	17.0 °C
21/03/2018	Miércoles	16.5 °C	18.0 °C	18.3 °C
22/03/2018	Jueves	16.9 °C	20.1 °C	18.8 °C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 4</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
23/03/2018	Viernes	15.8°C	18.6°C	18.4°C
24/03/2018	Sábado	15.4°C	17.7°C	17.7°C
25/03/2018	Domingo	17.2°C	20.1°C	19.0°C
26/03/2018	Lunes	15.6°C	17.6°C	17.9°C
27/03/2018	Martes	16.9°C	19.1°C	18.6°C
28/03/2018	Miércoles	17.4°C	19.5°C	19.2°C
29/03/2018	Jueves	19.1°C	19.1°C	17.8°C
30/03/2018	Viernes	17.0°C	18.9°C	18.6°C
31/03/2018	Sábado	18.5°C	18.7°C	19.2°C
1/04/2018	Domingo	19.0°C	18.0°C	19.0°C
2/04/2018	Lunes	19.1°C	18.3°C	18.6°C
3/04/2018	Martes	25.6°C	26.3°C	25.0°C
4/04/2018	Miércoles	29.6°C	28.6°C	27.6°C
5/04/2018	Jueves	38.7°C	34.7°C	35.4°C
6/04/2018	Viernes	33.6°C	27.7°C	30.5°C
7/04/2018	Sábado	16.0°C	16.3°C	17.1°C
8/04/2018	Domingo	18.9°C	16.5°C	18.6°C
9/04/2018	Lunes	19.7°C	25.2°C	26.2°C
10/04/2018	Martes	29.6°C	31.2°C	35.4°C
11/04/2018	Miércoles	35.5°C	35.8°C	31.6°C
12/04/2018	Jueves	31.7°C	34.7°C	34.6°C
13/04/2018	Viernes	15.5°C	12.9°C	17.2°C
14/04/2018	Sábado	17.0°C	14.2°C	18.0°C
15/04/2018	Domingo	31.1°C	15.3°C	15.6°C
16/04/2018	Lunes	30.7°C	17.1°C	15.4°C
17/04/2018	Martes	34.6°C	36.6°C	36.2°C
18/04/2018	Miércoles	33.8°C	32.7°C	31.2°C
19/04/2018	Jueves	36.5°C	41.2°C	36.3°C
20/04/2018	Viernes	28.1°C	29.3°C	22.9°C
21/04/2018	Sábado	14.1°C	20.4°C	14.4°C
22/04/2018	Domingo	23.3°C	21.6°C	20.8°C
23/04/2018	Lunes	23.6°C	21.8°C	21.2°C
24/04/2018	Martes	19.5°C	17.6°C	19.4°C
25/04/2018	Miércoles	20.4°C	15.1°C	13.5°C
26/04/2018	Jueves	20.5°C	20.1°C	19.1°C
27/04/2018	Viernes	21.0°C	27.4°C	24.8°C
28/04/2018	Sábado	18.7°C	15.2°C	15.3°C
29/04/2018	Domingo	18.1°C	16.7°C	16.1°C
30/04/2018	Lunes	21.0°C	34.7°C	32.8°C



<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 4</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
1/05/2018	Martes	19.6°C	20.4°C	20.1°C
2/05/2018	Miércoles	33.9°C	25.8°C	27.6°C
3/05/2018	Jueves	38.5°C	25.1°C	24.2°C
4/05/2018	Viernes	21.1°C	26.7°C	21.5°C
5/05/2018	Sábado	14.0°C	14.4°C	14.9°C
6/05/2018	Domingo	24.7°C	17.2°C	15.9°C
7/05/2018	Lunes	15.5°C	15.4°C	19.9°C
8/05/2018	Martes	25.5°C	19.1°C	18.0°C
9/05/2018	Miércoles	27.4°C	16.5°C	15.2°C
10/05/2018	Jueves	24.3°C	19.4°C	17.8°C
11/05/2018	Viernes	31.7°C	27.8°C	29.1°C
12/05/2018	Sábado	23.3°C	21.8°C	19.0°C
13/05/2018	Domingo	19.8°C	15.5°C	17.0°C
14/05/2018	Lunes	20.8°C	16.6°C	17.5°C
15/05/2018	Martes	19.7°C	20.8°C	22.0°C
16/05/2018	Miércoles	26.5°C	15.8°C	16.1°C
17/05/2018	Jueves	23.8°C	18.9°C	18.0°C
18/05/2018	Viernes	18.1°C	16.9°C	16.8°C
19/05/2018	Sábado	19.2°C	17.9°C	18.0°C
20/05/2018	Domingo	20.2°C	18.3°C	19.5°C
21/05/2018	Lunes	19.8°C	17.4°C	18.0°C
22/05/2018	Martes	20.9°C	13.9°C	14.7°C
23/05/2018	Miércoles	19.4°C	16.1°C	17.5°C
24/05/2018	Jueves	14.6°C	14.7°C	15.3°C
25/05/2018	Viernes	14.0°C	14.3°C	15.9°C
26/05/2018	Sábado	14.3°C	14.0°C	15.0°C
27/05/2018	Domingo	COSECHA DEL COMPOST		

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 5</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
12/02/2018	Lunes	25.0 °C	26.4 °C	26.0 °C
13/02/2018	Martes	31.9 °C	25.7 °C	25.7 °C
14/02/2018	Miércoles	37.3 °C	39.3 °C	32.8 °C
15/02/2018	Jueves	33.5 °C	33.9 °C	28.5 °C
16/02/2018	Viernes	33.4 °C	37.9 °C	34.1 °C
17/02/2018	Sábado	30.5 °C	34.6 °C	33.3 °C
18/02/2018	Domingo	27.7 °C	31.5 °C	32.9 °C
19/02/2018	Lunes	32.8 °C	34.2 °C	31.4 °C
20/02/2018	Martes	20.7 °C	32.0 °C	35.2 °C
21/02/2018	Miércoles	32.8 °C	39.7 °C	38.5 °C
22/02/2018	Jueves	34.2 °C	37.1 °C	37.0 °C
23/02/2018	Viernes	26.4 °C	31.5 °C	30.7 °C
24/02/2018	Sábado	35.2 °C	28.9 °C	32.4 °C
25/02/2018	Domingo	33.0 °C	30.8 °C	30.9 °C
26/02/2018	Lunes	31.9 °C	28.6 °C	27.9 °C
27/02/2018	Martes	26.0 °C	26.6 °C	27.2 °C
28/02/2018	Miércoles	25.7 °C	25.2 °C	25.0 °C
1/03/2018	Jueves	28.1 °C	28.8 °C	24.6 °C
2/03/2018	Viernes	32.1 °C	30.2 °C	30.4 °C
3/03/2018	Sábado	21.8 °C	33.5 °C	33.9 °C
4/03/2018	Domingo	22.9 °C	28.9 °C	32.8 °C
5/03/2018	Lunes	28.5 °C	26.4 °C	28.8 °C
6/03/2018	Martes	29.23 °C	29.5 °C	26.9 °C
7/03/2018	Miércoles	35.8 °C	30.7 °C	34.7 °C
8/03/2018	Jueves	31.3 °C	27.4 °C	35.7 °C
9/03/2018	Viernes	33.1 °C	25.3 °C	34.8 °C
10/03/2018	Sábado	29.7 °C	27.8 °C	26.1 °C
11/03/2018	Domingo	27.5 °C	26.1 °C	23.5 °C
12/03/2018	Lunes	28.0 °C	24.7 °C	26.7 °C
13/03/2018	Martes	26.5 °C	18.2 °C	24.6 °C
14/03/2018	Miércoles	25.0 °C	20.9 °C	20.0 °C
15/03/2018	Jueves	30.8 °C	24.9 °C	27.8 °C
16/03/2018	Viernes	29.1 °C	25.8 °C	27.6 °C
17/03/2018	Sábado	28.9 °C	25.5 °C	26.3 °C
18/03/2018	Domingo	31.9 °C	26.5 °C	28.8 °C
19/03/2018	Lunes	28.7 °C	26.3 °C	28.6 °C
20/03/2018	Martes	27.5 °C	23.5 °C	24.9 °C
21/03/2018	Miércoles	27.4 °C	24.9 °C	25.3 °C
22/03/2018	Jueves	28.3 °C	25.7 °C	24.0 °C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 5</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
23/03/2018	Viernes	26.0°C	23.6°C	23.4°C
24/03/2018	Sábado	25.0°C	21.5°C	19.6°C
25/03/2018	Domingo	24.0°C	24.4°C	20.0°C
26/03/2018	Lunes	18.9°C	19.0°C	18.2°C
27/03/2018	Martes	24.1°C	19.4°C	18.7°C
28/03/2018	Miércoles	23.6°C	19.2°C	19.6°C
29/03/2018	Jueves	24.4°C	20.6°C	19.5°C
30/03/2018	Viernes	22.7°C	19.8°C	20.0°C
31/03/2018	Sábado	22.7°C	20.3°C	22.3°C
1/04/2018	Domingo	20.5°C	20.8°C	21.3°C
2/04/2018	Lunes	21.7°C	21.2°C	20.9°C
3/04/2018	Martes	26.8°C	25.9°C	26.6°C
4/04/2018	Miércoles	29.8°C	30.6°C	30.2°C
5/04/2018	Jueves	33.6°C	42.1°C	34.6°C
6/04/2018	Viernes	31.3°C	35.7°C	28.0°C
7/04/2018	Sábado	17.4°C	16.1°C	16.8°C
8/04/2018	Domingo	19.1°C	21.7°C	19.1°C
9/04/2018	Lunes	23.4°C	18.6°C	25.4°C
10/04/2018	Martes	28.1°C	28.7°C	29.3°C
11/04/2018	Miércoles	29.7°C	38.4°C	33.7°C
12/04/2018	Jueves	35.3°C	34.1°C	33.4°C
13/04/2018	Viernes	13.9°C	17.5°C	12.9°C
14/04/2018	Sábado	14.6°C	16.0°C	13.0°C
15/04/2018	Domingo	30.0°C	30.9°C	15.9°C
16/04/2018	Lunes	29.9°C	31.5°C	15.2°C
17/04/2018	Martes	30.2°C	32.9°C	34.8°C
18/04/2018	Miércoles	32.9°C	35.8°C	32.4°C
19/04/2018	Jueves	31.7°C	33.5°C	35.9°C
20/04/2018	Viernes	22.9°C	39.6°C	25.5°C
21/04/2018	Sábado	17.5°C	14.7°C	19.7°C
22/04/2018	Domingo	20.8°C	20.7°C	23.8°C
23/04/2018	Lunes	21.8°C	22.6°C	26.2°C
24/04/2018	Martes	19.5°C	18.3°C	18.7°C
25/04/2018	Miércoles	26.3°C	19.0°C	15.8°C
26/04/2018	Jueves	18.3°C	26.8°C	17.8°C
27/04/2018	Viernes	21.3°C	32.3°C	22.3°C
28/04/2018	Sábado	17.5°C	21.7°C	16.5°C
29/04/2018	Domingo	16.6°C	16.8°C	17.7°C
30/04/2018	Lunes	21.1°C	26.1°C	38.2°C

<b>CONTROL DE TEMPERATURAS</b>				
<b>TRATAMIENTO 5</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS</b>			
1/05/2018	Martes	20.1°C	24.3°C	19.8°C
2/05/2018	Miércoles	22.9°C	41.9°C	21.6°C
3/05/2018	Jueves	20.6°C	42.2C	32.2°C
4/05/2018	Viernes	23.8°C	19.7°C	23.8°C
5/05/2018	Sábado	15.6°C	16.6°C	13.5°C
6/05/2018	Domingo	19.7°C	27.0°C	17.2°C
7/05/2018	Lunes	14.7°C	17.2°C	15.3°C
8/05/2018	Martes	18.9°C	24.7°C	25.2°C
9/05/2018	Miércoles	19.3°C	29.8°C	16.7°C
10/05/2018	Jueves	23.3°C	27.4°C	25.4°C
11/05/2018	Viernes	25.4°C	32.2°C	26.3°C
12/05/2018	Sábado	24.9°C	24.8°C	22.7°C
13/05/2018	Domingo	13.9°C	25.6°C	18.9°C
14/05/2018	Lunes	14.1°C	31.4°C	19.1°C
15/05/2018	Martes	18.8°C	18.2°C	21.9°C
16/05/2018	Miércoles	20.5°C	25.4°C	20.6°C
17/05/2018	Jueves	24.8°C	26.7°C	18.9°C
18/05/2018	Viernes	22.0°C	22.9°C	19.6°C
19/05/2018	Sábado	22.6°C	23.0°C	22.3°C
20/05/2018	Domingo	21.6°C	24.3°C	22.6°C
21/05/2018	Lunes	23.4°C	25.8°C	20.0°C
22/05/2018	Martes	20.2°C	24.6°C	17.8°C
23/05/2018	Miércoles	25.9°C	25.4°C	17.1°C
24/05/2018	Jueves	17.9°C	15.8°C	14.9°C
25/05/2018	Viernes	16.5°C	16.3°C	15.6°C
26/05/2018	Sábado	16.0°C	16.0°C	15.0°C
27/05/2018	Domingo	COSECHA DEL COMPOST		

**Anexo N° 03: Control de la Humedad de los Tratamientos**

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 1</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
12/02/2018	Lunes	48%	61%	53%
14/02/2018	Miércoles	66%	86%	62%
21/02/2018	Miércoles	69%	61%	75%
23/02/2018	Viernes	62%	63%	71%
25/02/2018	Domingo	61%	62%	68%
26/02/2018	Lunes	63%	71%	69%
28/02/2018	Miércoles	64%	67%	73%
2/03/2018	Viernes	60%	68%	67%
4/03/2018	Domingo	68%	71%	71%
6/03/2018	Martes	63%	66%	66%
8/03/2018	Jueves	45%	47%	57%
10/03/2018	Sábado	61%	72%	66%
12/03/2018	Lunes	62%	63%	63%
14/03/2018	Miércoles	65%	67%	67%
16/03/2018	Viernes	65%	69%	69%
18/03/2018	Domingo	69%	82%	76%
20/03/2018	Martes	70%	69%	67%
22/03/2018	Jueves	45%	56%	50%
24/03/2018	Sábado	60%	65%	61%
26/03/2018	Lunes	58%	74%	67%
28/03/2018	Miércoles	41%	55%	46%
30/03/2018	Viernes	51%	70%	55%
1/04/2018	Domingo	55%	65%	55%
3/04/2018	Martes	60%	40%	50%
5/04/2018	Jueves	66%	36%	62%
7/04/2018	Sábado	58%	37%	43%
9/04/2018	Lunes	63%	49%	65%
11/04/2018	Miércoles	73%	72%	57%
13/04/2018	Viernes	56%	75%	61%
15/04/2018	Domingo	58%	62%	58%
17/04/2018	Martes	43%	35%	55%
19/04/2018	Jueves	66%	39%	55%
21/04/2018	Sábado	45%	60%	62%
23/04/2018	Lunes	52%	52%	55%
25/04/2018	Miércoles	60%	70%	55%
27/04/2018	Viernes	42%	44%	46%
29/04/2018	Domingo	62%	64%	57%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 1</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
1/05/2018	Martes	62%	59%	53%
3/05/2018	Jueves	58%	45%	54%
5/05/2018	Sábado	56%	64%	60%
7/05/2018	Lunes	55%	66%	59%
9/05/2018	Miércoles	44%	67%	46%
11/05/2018	Viernes	57%	49%	51%
13/05/2018	Domingo	38%	54%	46%
15/05/2018	Martes	39%	43%	44%
17/05/2018	Jueves	47%	52%	50%
19/05/2018	Sábado	50%	50%	56%
21/05/2018	Lunes	46%	65%	48%
23/05/2018	Miércoles	42%	52%	49%
25/05/2018	Viernes	40%	50%	48%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 2</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
12/02/2018	Lunes	50%	51%	67%
14/02/2018	Miércoles	81%	85%	79%
21/02/2018	Miércoles	72%	65%	62%
23/02/2018	Viernes	61%	64%	69%
25/02/2018	Domingo	61%	61%	60%
26/02/2018	Lunes	70%	70%	65%
28/02/2018	Miércoles	72%	68%	65%
2/03/2018	Viernes	66%	75%	61%
4/03/2018	Domingo	73%	71%	65%
6/03/2018	Martes	71%	67%	65%
8/03/2018	Jueves	62%	66%	59%
10/03/2018	Sábado	69%	70%	68%
12/03/2018	Lunes	69%	76%	69%
14/03/2018	Miércoles	67%	69%	64%
16/03/2018	Viernes	69%	71%	70%
18/03/2018	Domingo	80%	83%	76%
20/03/2018	Martes	73%	71%	67%
22/03/2018	Jueves	51%	55%	55%
24/03/2018	Sábado	63%	77%	62%
26/03/2018	Lunes	70%	61%	68%
28/03/2018	Miércoles	45%	45%	44%
30/03/2018	Viernes	66%	69%	51%
1/04/2018	Domingo	60%	65%	50%
3/04/2018	Martes	54%	56%	37%
5/04/2018	Jueves	46%	42%	32%
7/04/2018	Sábado	39%	40%	35%
9/04/2018	Lunes	65%	62%	58%
11/04/2018	Miércoles	61%	47%	77%
13/04/2018	Viernes	61%	64%	87%
15/04/2018	Domingo	60%	62%	44%
17/04/2018	Martes	45%	40%	34%
19/04/2018	Jueves	38%	64%	49%
21/04/2018	Sábado	67%	60%	53%
23/04/2018	Lunes	60%	53%	60%
25/04/2018	Miércoles	63%	66%	62%
27/04/2018	Viernes	49%	51%	66%
29/04/2018	Domingo	66%	59%	64%
1/05/2018	Martes	70%	55%	59%
3/05/2018	Jueves	55%	52%	52%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 2</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
5/05/2018	Sábado	60%	66%	70%
7/05/2018	Lunes	59%	62%	63%
9/05/2018	Miércoles	64%	60%	64%
11/05/2018	Viernes	63%	60%	47%
13/05/2018	Domingo	45%	56%	64%
15/05/2018	Martes	43%	49%	60%
17/05/2018	Jueves	50%	55%	59%
19/05/2018	Sábado	53%	50%	52%
21/05/2018	Lunes	50%	52%	66%
23/05/2018	Miércoles	46%	50%	63%
25/05/2018	Viernes	45%	50%	60%



<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 3</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
12/02/2018	Lunes	66%	62%	65%
14/02/2018	Miércoles	81%	86%	86%
21/02/2018	Miércoles	62%	60%	58%
23/02/2018	Viernes	66%	63%	65%
25/02/2018	Domingo	61%	57%	56%
26/02/2018	Lunes	71%	68%	64%
28/02/2018	Miércoles	66%	73%	63%
2/03/2018	Viernes	63%	65%	63%
4/03/2018	Domingo	77%	69%	63%
6/03/2018	Martes	65%	66%	64%
8/03/2018	Jueves	60%	50%	69%
10/03/2018	Sábado	72%	72%	71%
12/03/2018	Lunes	67%	72%	69%
14/03/2018	Miércoles	73%	67%	64%
16/03/2018	Viernes	71%	67%	59%
18/03/2018	Domingo	84%	83%	77%
20/03/2018	Martes	71%	73%	64%
22/03/2018	Jueves	53%	59%	54%
24/03/2018	Sábado	59%	69%	58%
26/03/2018	Lunes	70%	72%	68%
28/03/2018	Miércoles	54%	56%	43%
30/03/2018	Viernes	60%	70%	53%
1/04/2018	Domingo	45%	56%	52%
3/04/2018	Martes	40%	45%	56%
5/04/2018	Jueves	35%	37%	37%
7/04/2018	Sábado	34%	32%	37%
9/04/2018	Lunes	59%	56%	61%
11/04/2018	Miércoles	77%	65%	57%
13/04/2018	Viernes	81%	71%	79%
15/04/2018	Domingo	60%	62%	45%
17/04/2018	Martes	39%	28%	31%
19/04/2018	Jueves	32%	38%	46%
21/04/2018	Sábado	48%	63%	46%
23/04/2018	Lunes	60%	54%	59%
25/04/2018	Miércoles	60%	73%	45%
27/04/2018	Viernes	61%	53%	38%
29/04/2018	Domingo	58%	61%	67%
1/05/2018	Martes	65%	71%	42%
3/05/2018	Jueves	62%	51%	53%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 3</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
5/05/2018	Sábado	76%	73%	65%
7/05/2018	Lunes	77%	68%	63%
9/05/2018	Miércoles	68%	60%	58%
11/05/2018	Viernes	52%	49%	59%
13/05/2018	Domingo	61%	56%	52%
15/05/2018	Martes	53%	53%	60%
17/05/2018	Jueves	52%	37%	59%
19/05/2018	Sábado	56%	46%	55%
21/05/2018	Lunes	62%	63%	55%
23/05/2018	Miércoles	60%	60%	42%
25/05/2018	Viernes	59%	59%	40%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 4</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
12/02/2018	Lunes	69%	53%	57%
14/02/2018	Miércoles	85%	84%	84%
21/02/2018	Miércoles	43%	58%	76%
23/02/2018	Viernes	69%	63%	66%
25/02/2018	Domingo	63%	62%	60%
26/02/2018	Lunes	66%	71%	69%
28/02/2018	Miércoles	632%	72%	70%
2/03/2018	Viernes	63%	64%	75%
4/03/2018	Domingo	63%	75%	71%
6/03/2018	Martes	68%	70%	66%
8/03/2018	Jueves	53%	43%	63%
10/03/2018	Sábado	64%	75%	75%
12/03/2018	Lunes	73%	69%	73%
14/03/2018	Miércoles	56%	69%	73%
16/03/2018	Viernes	61%	72%	71%
18/03/2018	Domingo	71%	84%	83%
20/03/2018	Martes	70%	74%	73%
22/03/2018	Jueves	50%	50%	53%
24/03/2018	Sábado	58%	69%	69%
26/03/2018	Lunes	67%	75%	72%
28/03/2018	Miércoles	62%	59%	52%
30/03/2018	Viernes	53%	70%	71%
1/04/2018	Domingo	55%	65%	56%
3/04/2018	Martes	50%	50%	39%
5/04/2018	Jueves	38%	34%	34%
7/04/2018	Sábado	45%	33%	30%
9/04/2018	Lunes	64%	59%	58%
11/04/2018	Miércoles	56%	58%	65%
13/04/2018	Viernes	82%	71%	66%
15/04/2018	Domingo	40%	69%	64%
17/04/2018	Martes	26%	29%	35%
19/04/2018	Jueves	35%	35%	35%
21/04/2018	Sábado	68%	54%	70%
23/04/2018	Lunes	53%	60%	65%
25/04/2018	Miércoles	61%	73%	57%
27/04/2018	Viernes	60%	44%	55%
29/04/2018	Domingo	64%	70%	67%
1/05/2018	Martes	49%	55%	54%
3/05/2018	Jueves	34%	55%	65%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 4</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
5/05/2018	Sábado	73%	65%	62%
7/05/2018	Lunes	73%	62%	61%
9/05/2018	Miércoles	54%	69%	67%
11/05/2018	Viernes	47%	48%	55%
13/05/2018	Domingo	58%	49%	49%
15/05/2018	Martes	46%	47%	42%
17/05/2018	Jueves	57%	52%	52%
19/05/2018	Sábado	50%	50%	53%
21/05/2018	Lunes	60%	64%	52%
23/05/2018	Miércoles	57%	49%	49%
25/05/2018	Viernes	55%	48%	48%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 5</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
12/02/2018	Lunes	60%	66%	58%
14/02/2018	Miércoles	83%	82%	71%
21/02/2018	Miércoles	60%	54%	57%
23/02/2018	Viernes	66%	66%	60%
25/02/2018	Domingo	61%	62%	64%
26/02/2018	Lunes	70%	63%	70%
28/02/2018	Miércoles	70%	62%	70%
2/03/2018	Viernes	62%	58%	80%
4/03/2018	Domingo	80%	53%	82%
6/03/2018	Martes	73%	63%	70%
8/03/2018	Jueves	67%	62%	50%
10/03/2018	Sábado	71%	53%	70%
12/03/2018	Lunes	64%	75%	68%
14/03/2018	Miércoles	87%	58%	70%
16/03/2018	Viernes	67%	61%	73%
18/03/2018	Domingo	79%	68%	87%
20/03/2018	Martes	67%	71%	73%
22/03/2018	Jueves	51%	46%	56%
24/03/2018	Sábado	70%	53%	67%
26/03/2018	Lunes	72%	64%	62%
28/03/2018	Miércoles	56%	51%	60%
30/03/2018	Viernes	42%	51%	73%
1/04/2018	Domingo	50%	56%	58%
3/04/2018	Martes	45%	52%	56%
5/04/2018	Jueves	37%	32%	36%
7/04/2018	Sábado	38%	52%	34%
9/04/2018	Lunes	52%	67%	57%
11/04/2018	Miércoles	65%	52%	57%
13/04/2018	Viernes	81%	89%	61%
15/04/2018	Domingo	45%	37%	66%
17/04/2018	Martes	35%	35%	35%
19/04/2018	Jueves	47%	32%	38%
21/04/2018	Sábado	61%	63%	54%
23/04/2018	Lunes	61%	56%	52%
25/04/2018	Miércoles	60%	60%	62%
27/04/2018	Viernes	50%	45%	51%
29/04/2018	Domingo	67%	69%	71%
1/05/2018	Martes	75%	37%	54%
3/05/2018	Jueves	53%	32%	50%

<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>				
<b>TRATAMIENTO 5</b>				
<b>REPETICIONES</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>FECHAS</b>	<b>DIAS</b>			
5/05/2018	Sábado	70%	68%	66%
7/05/2018	Lunes	70%	63%	66%
9/05/2018	Miércoles	63%	64%	63%
11/05/2018	Viernes	49%	42%	53%
13/05/2018	Domingo	60%	56%	34%
15/05/2018	Martes	47%	55%	45%
17/05/2018	Jueves	47%	42%	59%
19/05/2018	Sábado	53%	50%	56%
21/05/2018	Lunes	44%	60%	56%
23/05/2018	Miércoles	44%	59%	60%
25/05/2018	Viernes	42%	58%	58%

**Anexo N° 04: Resultados del Informe de Análisis de Metales Pesados del Compost**



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



**INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : GUADALUPE ANGELICA GAMARRA PUCHOC  
 PROCEDENCIA : JUNIN/ HUANCAYO  
 MUESTRA DE : COMPOST  
 REFERENCIA : H.R. 62440  
 BOLETA : 1289  
 FECHA : 14/02/18

N° LAB	CLAVES	Hd %	Carbono Orgánico %	N %
100	1	75.71	46.06	2.18
101	2	73.71	45.00	2.45
102	3	73.62	47.30	1.98
103	4	71.72	44.74	2.07
104	5	51.21	45.64	1.43

N° LAB	CLAVES	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Zn ppm
100	1	0.81	18.90	12	41
101	2	1.18	11.78	12	44
102	3	0.95	16.88	14	41
103	4	0.58	18.06	16	45
104	5	0.68	13.36	12	45



Dr. Saúl García Bendezi  
 Jefe de Laboratorio

## Anexo N° 05: Resultados del Informe de Análisis de Metales Pesados del Compost



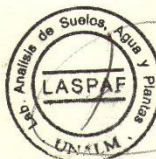
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : GUADALUPE ANGELICA GAMARRA PUCHOC  
PROCEDENCIA : JUNIN/ HUANCAYO/ HUANCAYO  
MUESTRA DE : COMPOST  
REFERENCIA : H.R. 63672  
BOLETA : 1570  
FECHA : 11/06/18

N° LAB	CLAVES	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Cd ppm
498	T1R1	21	79	26.31	1.91
499	T1R2	19	76	25.00	2.04
500	T1R3	19	75	19.55	1.55
501	T2R1	15	73	20.80	1.63
502	T2R2	18	71	19.34	1.58
503	T2R3	20	80	25.19	2.03
504	T3R1	23	79	22.94	2.19
505	T3R2	22	79	22.09	1.79
506	T3R3	35	89	29.28	1.38
507	T4R1	18	78	17.91	1.60
508	T4R2	13	75	14.94	1.63
509	T4R3	18	79	12.96	1.38
510	T5R1	24	83	31.84	3.45
511	T5R2	21	76	26.59	1.50
512	T5R3	15	76	23.06	1.31



Dr. Sady García Bendejé  
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



## Anexo N° 06: Autorización de Ingreso al Camal Municipal de Chupaca

"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Huancayo, 05 de febrero del 2018.

CARTA N°001-2018

**Señor** : Dr. Jonhy M. Sanjines Tantalean.  
**ASUNTO** : SOLICITO AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL  
CAMAL MUNICIPAL DE CHUPACA.  
**REF** : REALIZAR INVESTIGACIÓN DE TESIS DE PRE-  
GRADO.

Yo, Guadalupe Angélica Gamarra Puchoc, identificado con el DNI N°70071338 Bachiller en Ingeniería Ambiental de la Universidad Continental con el debido respeto me expongo y me dirijo.

Que, siendo requisito necesario para lograr la titulación y posterior colegiatura, debo realizar un trabajo de investigación sobre los residuos de camal en el proceso de compostaje de residuos de camal, residuos vegetal y estiércol, enfocados a obtener un abono orgánico de calidad. Por lo que solicito: **AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL CAMAL MUNICIPAL DE CHUPACA.**

dejo mi correo electrónico, [guadita213@gmail.com](mailto:guadita213@gmail.com) y mi número de celular 9333081839, para cualquier anuncio.

sin otro particular, aprovecho y agradecerle y expresar a usted mis más distinguidas consideraciones.

Atentamente.



Guadalupe Angélica Gamarra Puchoc

DNI N°70071338



JONHY M. SANJINES TANTALEAN  
MÉDICO VETERINARIO  
CMVP 6664

## Anexo N° 07: Constancia de uso de equipos del Laboratorio de Química y Biología de la Universidad Continental



"AÑO DEL DIÁLOGO Y RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Conformidad de uso de laboratorios de la  
Universidad Continental con fines de  
investigación.

Ing. Carmen Rosa Torres Cáceres.  
Encargada de los Laboratorios de Ciencias Básicas.  
Universidad Continental.

Es grato dirigirme a su persona para saludarla cordialmente y exponerle le siguiente:

Con la finalidad de sostener la validez respecto del análisis de las muestras correspondientes a la investigación realizada por mi persona, como Tesis de grado titulada **"CONTENIDO DE METALES PESADOS EN COMPOST ELABORADO CON RESIDUOS DE CAMAL, VEGETAL Y ESTIÉRCOL EN LA PROVINCIA DE CHUPACA, JUNÍN 2017"**, le solicito dar el visto bueno a la presente como evidencia objetiva de su parte que daría soporte adecuado a la validez mencionada.

Desde ya quedo agradecida por el tiempo concedido, como evidencia de la finalización de mi investigación (parte experimental) se muestra en la presente el visto bueno de mi Asesor: M. Sc. Ing. Edwin Paucar Palomino.

31 de Agosto de 2018.

Atte.

Bach. Guadalupe Gamarra Puchoc


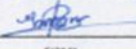
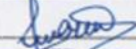
DNI 70071338

<p>Bach. Guadalupe Gamarra Investigadora</p>	<p>M. Sc. Ing. Edwin Paucar Asesor de Tesis</p>	<p>Ing. Carmen Torres Encargada de Laboratorios de Ciencias Básicas.</p>

### Anexo N° 08: Lista de Cotejo

FECHA	TIEMPO	4 - III	2 - II	2 - I	1 - III	1 - I
		5 - III	4 - II	3 - II	1 - II	3 - I
		5 - II	4 - I	3 - III	2 - III	5 - I
FECHA	TIEMPO	4 - III	2 - II	2 - I	1 - III	1 - I
		5 - III	4 - II	3 - II	1 - II	3 - I
		5 - II	4 - I	3 - III	2 - III	5 - I

Anexo N° 09: Cadena de Custodia

		CADENA DE CUSTODIA <u>001 - 66P - VC/Tesis</u>		CIUDAD DE AIRE	CIUDAD DE AGUA	EMISIO. ATMOSF.	OEROS ESPECIF.: <u>X Suelo</u>	PAB.	DE.	90-F-001 Ver. 01	
DATOS DEL CLIENTE						ANALISIS REQUERIDOS					
NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL CLIENTE <u>Guadalupe Gamarra Puchoc</u>		CONTACTO -		ORDEN DE SERVICIO N° -		COTIZACIÓN N° -		PRESELECCION			
EMPRESA / NOMBRE DEL PROYECTO <u>Laboratorio de Suelo, Agua, Plantas y Fertilizantes de UNALM.</u>		LUGAR DE MUESTREO <u>Tambo Anya</u>		TIPO DE MUESTRA (*)		COORDENADAS UTM			NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR PUNTO DE MUESTREO		
ITEM	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	INICIO DEL MUESTREO		TERMINO DEL MUESTREO		TIPO DE MUESTRA (*)	COORDENADAS UTM			
			FECHA (dd-mm-aa)	HORA (12:00)	FECHA (dd-mm-aa)	HORA (12:00)		NORTE	ESTE	ALTITUD	
-	T1-R1	RC 30% + RV 15% + E 15%	06-02-2018	5:00pm	06-02-2018	5:10pm	Compost.	8676597.	470351.1	-	
-	T2-R1	RC 60% + RV 30% + E 30%	06-02-2018	2:15pm	06-02-2018	2:25pm	Compost.	8676597.	470351.1	-	
-	T3-R1	RC 50% + RV 25% + E 25%	06-02-2018	5:30pm	06-02-2018	5:40pm	Compost.	8676597.	470351.1	-	
-	T4-R1	RC 40% + RV 30% + E 30%	06-02-2018	5:45pm	06-02-2018	5:55pm	Compost.	8676597.	470351.1	-	
-	T5-R1	RV 60% + E 40%	06-02-2018	6:00pm	06-02-2018	6:00pm	Compost.	8676597.	470351.1	-	
TOTAL DE MUESTRAS INGRESADAS											
OBSERVACIONES:			ENVASES		(*) CALIDAD DE AGUA: (AR-SUP.) AGUAS NATURALES SUPERFICIALES; RIO, LAGO, LAGUNA, LLUVIA; (AR-SUB.) AGUAS NATURALES SUBTERRANEAS: MINERAL, TERMAL, POZO; (AR-SUB.) AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS; (AR-IND.) AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES; (AR) AGUAS PARA USO Y CONSUMO HUMANO POTABLE (P); DE NEGA (N); ENRIQUIDA (E); PROTA (PR); LAGUNA ARTIFICIAL (LA); (AR) AGUAS SALINAS: MAR (M), SALOBRES (S), SALMUDRA (SALM). CALIDAD DE AIRE: FILTROS EN CALIDAD DE AIRE (FTA, PMA @ ALTO VOLUMEN, PMA @ BAJO VOLUMEN, PMA-2 @ ALTO VOLUMEN, PMA-2 @ BAJO VOLUMEN, VOCA, ETC.) SOLUCIONES CAPTADORAS (SOL, SOL, CO, H2S, ETC.) EMISIONES ATMOSFERICAS: FILTROS EN EMISIONES ATMOSFERICAS (PISO ABON. Y FINAL DE FLUJO DE AIRE) MUESTRA SOLIDA (S.S.): (S)ED Sólido, (L)ED Líquido, (S)ED Sólidos CALIDAD OCUPACIONAL (S.O.): (P-R.) Pólvora Respiratoria, (P-L.) Pólvora Inhalatoria, (M-M.) Humos Metálicos, etc.						
MUESTREO REALIZADO POR:			SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE:		LABORATORIO - MUESTRAS RECEPCIONADAS POR:						
CLIENTE: <input checked="" type="checkbox"/> V&S LAB			NOMBRE: <u>Ing. Jan Carlos Purto Llavaca</u>		NOMBRE: <u>UNALM. (Ver Anexo).</u>						
NOMBRE: <u>Guadalupe Gamarra Puchoc</u>			CARGO: <u>C. Custodia Labo. Envio pet.</u>		SELLO DE SEGURIDAD: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>						
FIRMA: 			FIRMA: 		FECHA: <u>- / - / -</u>						
FIRMA:			FIRMA:		HORA:						

Anexo N° 10: Distribución t: Valores críticos t

Grados de libertad	Distribución t: Valores críticos t				
	Área en una cola		Área en dos colas		
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10
	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20
1	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078
2	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886
3	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638
4	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533
5	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476
6	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440
7	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415
8	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397
9	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383
10	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372
11	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363
12	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356
13	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350
14	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345
15	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341

### Anexo N° 11: Plan de Trabajo.

<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Cronograma</b>
<i>Armado e Instalación de la compostera.</i>	Aquí realice la nivelación del terreno, se procedió con el armado de las composteras (Largo:5.30m, Ancho:6.60m) y por último se realizó las canaletas para la salida de los lixiviados.	La construcción de las composteras fue de 1m x1m x1.5 m mediante el método Indore.	Para el armado de la compostera se realizó en tres días se inició en el mes de enero del 2018.
<i>Recolección de residuos de vegetal y residuos de camal.</i>	Aquí realice la recolección de residuos vegetal (chala seca de maíz, arveja y habas), también se recolecto los residuos del camal del "Camal Municipal de Chupaca".	Se realizó el picado manual correspondiente de los residuos vegetales.	Para la recolección de residuos vegetal y residuos de camal, se realizó 5 días en el mes de enero del 2018.
<i>Procedimiento del riego.</i>	Con la ayuda de una regadera se realizó el riego para cada una de las pilas. En el caso que la humedad esta entre 45% a 60% no fue necesario el riego, pero cuando la humedad se encontraba debajo de 45% se rego.	Se utilizó el Termo- Higrómetro para medir su temperatura y humedad.	El riego se realizó durante el todo el proceso de compostaje que fue de 3meses y medio del 2018
<i>Procedimiento del volteo de las pilas.</i>	Se realizó los volteos de forma manual mediante una pala rectangular procurando homogenizar antes de armar nuevamente la pila.	El volteo se realizó para descomponer los residuos esto se realizó por el Método Indore.	El volteo se realizó durante el todo el Proceso de Compostaje que fue de 3 meses y medio del 2018.
<i>Procedimiento de la cosecha del compost</i>	Se realizó el cernido de los 15 tratamientos obteniendo un compost cernido.	La cosecha de los 15 tratamientos es para obtener el producto final y luego ser analizados, por el Método Indore.	La cosecha de compost se realizó al observar que los residuos se degradaron completamente esto duro 3meses y medio.

## Anexo N° 12: Panel Fotográfico



**Fotografía N°01:** Nivelación del terreno de experimentación



**Fotografía N°02:** Construcción de las pilas de compostaje



**Fotografía N°03:** Armado del techo



**Fotografía N°04:** Forrado de las pilas con el plástico plastificado



**Fotografía N°05:** Recolección de la chala seca del maíz.



**Fotografía N°06:** Picado de la chala de maíz.



**Fotografía N°07:** Ingreso con los EPP al Camal Municipal de Chupaca



**Fotografía N°08:** Recolección del rumen del ganado vacuno.





**Fotografía N°09:** Recolección del estiércol del ganado vacuno.



**Fotografía N°10:** Sorteo aleatorio de los tratamientos para poder iniciar con el experimento



**Fotografía N°11:** Mezclado de los residuos vegetales secos.



**Fotografía N°12:** Peso correspondiente del rumen para iniciar con el primer tratamiento.



**Fotografía N°13:** Construcción de las pilas de compost.



**Fotografía N°14:** Construcción de las pilas de compost



**Fotografía N°15:** Armado de las pilas de compost por tratamientos.



**Fotografía N°16:** Etiquetado con los parámetros para ser analizados



**Fotografía N°17:** Espolvoreando a cada tratamiento con cal.



**FotografíaN°18:** Riego correspondiente para cada tratamiento.



**Fotografía N°19:** Monitoreo de temperatura para cada tratamiento



**Fotografía N°20:** Volteo del compost



**Fotografía N°21:** Proceso del compost ya terminado.



**Fotografía N°22:** Embolsado de cada uno de los tratamientos para su peso correspondiente de cada uno de ellos



**Fotografía N°23:** Cernido de cada uno de los tratamientos para obtener compost cernido.



**Fotografía N°24:** Muestras de compost cernido de cada uno de los tratamientos.



**Fotografía N°25:** Etiquetado de los 15 tratamientos de compost cernido para ser analizados