



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**“EFECTO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA EN LA  
CONCENTRACIÓN DE MACRONUTRIENTES EN COMPOST  
PRODUCIDO POR RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES ”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Vásquez Paredes Zulema Jamileth

**ASESOR:**

Mercedes López García

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS**

**TRUJILLO – PERÚ**

**(2017)**

Jurado Evaluador

.....  
Dr. Alberto Quezada Álvarez

**PRESIDENTE**

.....  
Dr. Rivero Mendez José

**SECRETARIO**

.....  
Dra. Mercedes López García

**VOCAL**

## *DEDICATORIA*

*Este logro se lo dedico con mucho cariño a Dios y a mis padres Félix Vásquez Toribio y Marty Paredes Cruchaga que día a día me han apoyado con su dedicación y esfuerzo y sabiduría para lograr este gran reto.*

*A los seres más valientes que la vida me pudo dar mi abuelo Eleodoro paredes Villanueva y lucia cruchaga Quiliche y a la mejor amiga y hermana que la vida me pudo dar Maricela Vásquez Paredes y amigos y amigas que me apoyaron para continuar con este gran reto.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer a mi familia y amigos y personas que son especial en mi vida especialmente a Juan Carlos Monzón Briceño ya que son el apoyo en mi vida profesional y personal. Este es un gran logro que con esfuerzo y dedicación pude terminar gracias a ustedes padres queridos.*

*Este logro también va de la mano con los ilustres consejos de asesoría de mis profesores especialmente al Doctor Rivero Mendez José que con su apoyo se pudo lograr este logro.*

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Zulema Jamileth Vásquez Paredes con DNI N° 72766555, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Desarrollo de Proyecto de Tesis, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Trujillo, noviembre del 2017.

---

VASQUEZ PAREDES ZULEMA JAMILETH  
DNI: 7276655

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado presento ante ustedes la tesis titulada “Efecto de la lombriz roja californiana en la concentración de macronutrientes en compost producidos por residuos orgánicos municipales “

Con la finalidad de evaluar el efecto de la lombriz roja californiana, en la concentración de macronutrientes en compost producidos a partir de los residuos orgánicos municipales en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La autora.

## INDICE

<b>I. Introducción</b> .....	6
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	6
<b>1.2 Trabajos previos</b> .....	7
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	8
<b>1.3.1. Residuos sólidos</b> .....	8
<b>1.3.2 Residuos orgánicos</b> .....	8
<b>1.3.3 Estiércol de ganado vacuno</b> .....	8
<b>1.3.4 Descomposición aeróbica</b> .....	9
<b>1.3.5 Reutilización</b> .....	9
<b>1.3.6 Compostaje</b> .....	9
<b>1.3.7 Materias primas del compostaje.</b> .....	9
<b>1.3.8 Factores que condicionan el proceso de compostaje</b> .....	10
<b>1.3.9 Composición química de los abonos orgánicos</b> .....	10
<b>1.3.10 Macronutrientes</b> .....	11
<b>1.3.11 Lombriz Roja Californiana</b> .....	11
<b>1.3.12 Lombricultura</b> .....	11
<b>1.3.13 Humus de lombriz</b> .....	12
<b>1.4 Formulación del Problema</b> .....	12
<b>1.5 Justificación del estudio</b> .....	12
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	13
<b>1.7 Objetivos</b> .....	13
<b>1.7.1. Objetivo general</b> .....	13
<b>II. Método</b> .....	13
<b>2.1 Diseño de investigación</b> .....	16
<b>2.2 Identificación de variables</b> .....	16
<b>2.3 Población y muestra</b> .....	18
<b>2.3.1. Población:</b> .....	18
<b>2.3.2. Muestra</b> .....	18
<b>2.3.3. Unidad de análisis:</b> .....	18
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	18
<b>2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	18
<b>2.4.2. Equipos e Instrumentos</b> .....	19

2.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento.....	19
2.4.4. Métodos de análisis de datos .....	19
2.4.5. Para análisis de datos.....	20
2.4 Aspectos Éticos.....	20
III. Resultados .....	21
IV. Discusión.....	23
V. Conclusiones.....	25
VI. Recomendaciones.....	25
VII. Referencias Bibliográficas.....	26
ANEXOS.....	29



## RESUMEN

La presente investigación se realizó como una alternativa de solución a la problemática de los residuos sólidos orgánicos municipales que presenta el distrito de El Porvenir y consistió en evaluar el efecto de la lombriz roja californiana en la concentración de macronutrientes (Nitrógeno, fósforo, y potasio) en el compost producido a partir de los residuos sólidos orgánicos del distrito. El proceso consistió en colocar 10 kg de residuos en cada una de las 3 composteras con diferentes cantidades de lombrices: 50-100-150 y además un grupo control sin tratamiento, con 2 réplicas cada tratamiento. El proceso de compostaje se realizó durante 75 días, durante los cuales se controló el pH (potencial de hidrógeno) a 7,5 y temperatura que se mantuvo desde 18°C hasta 50°C a partir de cual comenzó a disminuir hasta 24°C.

Se evaluó los contenidos de macronutrientes realizándose los análisis químicos para determinar la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio utilizando métodos estándares. De los resultados obtenidos se determinó que la mayor concentración de macronutrientes fue para la muestra que se trató con 150 g de lombrices, encontrándose: N (3.92%), P (1.82%) y K (3.92%).

Por lo que se concluye que la lombriz roja californiana sí presenta efecto en la concentración de macronutrientes en compost.

**PALABRAS CLAVES:** Compost, residuos orgánicos, macronutrientes.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out as an alternative solution to the problem of municipal solid organic waste presented by the district of El Porvenir and consisted in evaluating the effect of the California red worm on the concentration of macronutrients (Nitrogen, phosphorus, and potassium) in the compost produced from the district's organic solid waste. The process consisted of placing 10 kg of waste in each of the 3 composters with different amounts of earthworms: 50-100-150 and also a control group without treatment, with 2 replicates each treatment. The composting process was carried out for 75 days, during which the pH (hydrogen potential) was controlled at 7.5 and temperature maintained from 18°C to 50°C, from which it began to decrease to 24°C.

The macronutrient contents were evaluated, chemical analyzes were carried out to determine the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium using standard methods. From the results obtained it was determined that the highest concentration of macronutrients was for the samples that were treated with 150 g of earthworms, being: N (3.92%), P (1.82%) and K (3.92%).

So it is concluded that the California red worm does have an effect on the concentration of macronutrients in compost.

**KEY WORDS:** Compost, organic waste, macronutrients.

## I. Introducción

### 1.1 Realidad Problemática

En el Perú la gestión inadecuada de los residuos sólidos orgánicos y su eliminación se han convertido en un problema para el medio ambiente y para la sociedad debido al crecimiento poblacional, los hábitos de consumo, el aporte de la agricultura e industria, requiriendo un enfoque integral teniendo en cuenta dar valor agregado y mantener un ambiente saludable.

El uso indiscriminado de agroquímicos que día a día son utilizados por los agricultores con el fin incrementar la producción agrícola, han provocado cambios hacia el medio ambiente, contaminando el suelo y las aguas (superficiales y subterráneas), afectaciones a la salud de las personas. Crespo, H. (2012).

En el caso del Distrito de El Porvenir, presenta mayor porcentaje de generación per cápita en cuanto a residuos orgánicos ya que según el estudio de caracterización del distrito en el año 2016 el 49% son residuos orgánicos, estos residuos no son tratados adecuadamente por lo que van a parar a un botadero.

Es por ello que una alternativa de solución vendría hacer técnicas de reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la generación de compostaje y así disminuir la gran cantidad de residuos sólidos orgánicos que son generados diariamente por dicha población y así poder reducir el gran impacto sobre el medio ambiente, por lo que debemos utilizar fertilizantes orgánicos, el cual se definen como fertilizantes naturales estos corrigen y mejoran las calidad del suelo siendo la mejor alternativa y poder preservar nuestro medio ambiente se pueden utilizar restos domésticos de los hogares, estiércol de diferentes animales, etc. (Sánchez, 2009).

Esta es una técnica que consiste en reutilizar los residuos orgánicos y estiércol vacuno, y así contribuir con la mejora del medio ambiente a fin de evitar contaminación de los recursos naturales.

Por ello en esta investigación buscamos una alternativa de solución ecológica y económica donde se hará compost utilizando residuos orgánicos municipales del distrito de El Porvenir, y a este compost se agregara la lombriz roja

californiana en diferentes cantidades y se verá el efecto sobre Nitrógeno, fosforo, potasio, y así conseguir compost con mayor cantidad de macronutrientes.

## 1.2 Trabajos previos

**Según Paco Gabriel, et al (2011)**, en su tesis de investigación “Efecto vermicomposteo” cuyo objetivo fue determinar la influencia de la lombriz roja californiana sobre el compostaje, la muestra utilizada fue los residuos orgánicos utilizando la siguiente metodología, se seleccionó la materia orgánica, se procedió a preparar las pilas y finalmente se procedió a la etapa de compostaje donde se colocaron diferentes capas de residuos orgánicos. Durante el proceso de descomposición se realizaron volteos, se mantuvo el pH constante mientras que la temperatura ascendiendo, se secó y se tamizó el compost obtenido realizándose los análisis químicos teniendo como resultados: Nitrógeno 1.8%, Fósforo 0.88% y Potasio 1.36% se concluyó de dicha investigación que utilizando la lombriz roja californiana si presenta efecto significativo en la producción de macronutrientes.

**Según Tenecela, X. (2012)**, en su tesis “Humus y compost” cuyo aporte fue dar una solución para el re-aprovechamiento de los residuos orgánicos, utilizó los residuos orgánicos de la Universidad de Cuenca-Ecuador y su muestra fue los residuos orgánicos y estiércol de vacuno, según la metodología usada, se construyó los lechos, luego se procedió a incorporar la mezcla de residuos orgánicos y estiércol; luego de 15 días se agregó las lombrices rojas californianas Durante dicho proceso se controló la humedad en 70% y temperatura a 25°C y el pH en un rango de 5,8 a 7,2, para el crecimiento de las lombrices. Los resultados obtenidos para los macronutrientes N, P, K fueron: nitrógeno 1.6%, fosforo 2.5% y potasio 2% donde se pudo observar que si presenta una buena calidad de humus de lombriz y puede ser aprovechado en diferentes tipos de la agricultura.

**Según Kalil, P. (2010)** .En su investigación “Seguimiento del Proceso de Humificación en compost” realizo el seguimiento del proceso humificación de compost para luego ser aplicado a un suelo agrícola, bajo las condiciones de evaluar la materia orgánica en condiciones húmedas. Se trabajó con 11 muestras las cuales estuvieron compuestas de 60% residuos de mercados, 20 % de estiércol ruminal , 20% de poda a las que se le agregó diferentes cantidades de lombrices; el tiempo de maduración fue de 75 días luego de los cuales, se tamizó y se analizaron obteniéndose como resultados de nitrógeno total 0,75% y fósforo total 0,55%, potasio 0,66% para analizar el mejor tratamiento se hicieron análisis estadísticos de análisis de varianza ANOVA y prueba de Tukey y el mejor tratamiento fue el tratamiento 11 que tuvo mayor cantidad de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.

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

#### **1.3.1. Residuos sólidos**

Según la ley general de residuos sólidos del Perú N° 27314 viene hacer todas aquellas sustancias ya sea productos o subproductos y por lo que su generador está obligado a disponer, según la ley estos residuos causan daños a la salud y al medio ambiente por lo que se requiere un tratamiento a través de planes de manejo de residuos sólidos. (MINAM, 2016)

#### **1.3.2 Residuos orgánicos**

Según la OEFA, (2014) por su naturaleza se divide en residuos orgánicos que vienen hacer los de origen biológico como restos de comida provenientes principalmente de los hogares como pueden ser cascaras de fruta, de igual manera también los excrementos de los animales menores, también a estos se le puede incluir los restos de jardinería de parques, etc. Estos pueden ser reaprovechados como fertilizantes del suelo como compost, humus, abonos entre otros.

#### **1.3.3 Estiércol de ganado vacuno**

Viene hacer el excremento de los animales vacunos como las reses, vacas, bueyes, toros, su composición depende del tipo de alimento que estos consumen. El estiércol de vacuno es muy rico en N (nitrógeno) por lo que puede aportar mayor estabilidad al suelo.

#### 1.3.4 Descomposición aeróbica

Es un proceso que se lleva a cabo con la presencia de oxígeno, para que los microorganismos puedan desarrollarse en el proceso de compost u humus se da una descomposición aerobia por lo que es muy importante la presencia de oxígeno y no llegue a presentar malos olores. **Justin, C. (2016)**

#### 1.3.5 Reutilización

Dar un tratamiento adecuado a un producto para la generación de un subproducto para su previo reciclaje, por ejemplo: envases retornables, cartón, plástico, etc. Ya que con ello se puede contribuir con el medio ambiente. MINAM, (2016)

#### 1.3.6 Compostaje

El compostaje viene hacer un proceso de descomposición biológica que intervienen microorganismo aerobios en el cual se descompone la materia orgánica, el cual se produce en condiciones que se controlen, que permite la degradación, a través de microorganismos presentes en la materia orgánica es por ello que se producen reacciones físicas, biológicas y químicas y se presentan cambios en los parámetros físicos (temperatura ,PH, humedad entre otros).también se define como una biotécnica donde se tiene que controlar su proceso de degradación de la materia orgánica a utilizar.

#### 1.3.7 Materias primas del compostaje.

Para elaborar el compost se puede utilizar cualquier materia orgánica, siempre y cuando esta no esté contaminada. Generalmente estas materias primas proceden. **Según Paco Gabriel, et al (2011),**

- ✓ Se puede utilizar los vegetales como: tubérculos, hojas frutos y restos de cosechas los cuales estos son ricos en nitrógeno.

- ✓ Ramas, troncos de la fruta por lo que es necesario triturarlas antes de su incorporación al compostaje.
- ✓ Restos urbanos de cocina como desperdicios de fruta hortalizas, verduras restos de animales de mataderos, entre otros.
- ✓ Estiércol vacuno, porcino, ovino, caballo, purines en la mayoría de los agricultores utilizan la gallinaza, conejina, ya que presenta mayor cantidad de nutrientes.
- ✓ Las algas marinas también pueden llegar hacer utilizadas y estas pueden ser recogidas en las playas de mayor magnitud y estas son utilizadas como materia prima en el proceso de compost ya que presentan gran cantidad de macronutrientes y cuyo aporte es de gran cantidad como abonos verdes ecológicos . (Manual Tecnico del Agricultor, 2013 pág. 45).

### **1.3.8 Factores que condicionan el proceso de compostaje**

Los parámetros como temperatura, pH, humedad, oxigenación deben ser controlados durante el proceso de descomposición para que haya una actividad biológica y tener condiciones óptimas desarrollo. La temperatura debe estar en 25°C, la Humedad Según Xavier, (2012) debe estar entre rango de 40% a 60% si hay mayor concentración de humedad la materia se putrefacta, por lo que se volverá un proceso anaeróbico. El pH. Estar en un rango entre 5-8, ya que las bacterias tienen un rango de tolerancia de pH= 6-7,5. Oxígeno para el proceso de compost es primordial ya que es un proceso aeróbico. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo que se haga y de la presencia o ausencia de aireación forzada, para contribuir con el proceso de descomposición y esto pueda degradar moléculas en dicho sustrato.(Xavier, 2012)

### **1.3.9 Composición química de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos como abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bioabonos presentan una composición química que viene

hacer la presencia de macronutrientes (N, P, K), que son los primordiales para el desarrollo de las plantas esto es de acuerdo a la preparación y materia que se utilicen. Adex, (2006)

#### **1.3.10 Macronutrientes**

- ✓ El Nitrógeno, N (1%-4%) esta sustancia química ayuda a mejorar la calidad del suelo y es absorbido por la planta para aumentar su crecimiento y desarrollo y puede favorecer en absorber otros nutrientes secundarios.
- ✓ El Fósforo, P (0,1% - 0,4%) ayuda en el proceso de fotosíntesis de las plantas por lo que para su optimo proceso de desarrollo.
- ✓ El Potasio, K es importante ya que es muy vital para la el crecimiento de la planta , de igual forma ayuda a la estructura de la planta, mejora la actividad de hídrica es así que protege de las sequias, heladas (Roman , y otros, 2013 pág. 35)

#### **1.3.11 Lombriz Roja Californiana**

La lombriz roja es la más usada para el proceso de lombricultura, es un organismo biológico que su principal componente es el agua en un porcentaje de (80% a 90%) este de su peso total, presenta varias colores como pálidos, negros, marrones, rosados y su color más común es rojo con franjas medias amarillentas, tiene forma cilíndrica con fracciones cuadrangulares su tamaño varía de acuerdo al alimento puede llegar a pesar hasta 1,4 gramos. Tenecela, (2012)

#### **1.3.12 Lombricultura**

Es una técnica biotecnológica con un proceso aerobia usualmente usada en todo el mundo y con muy bajo costo ya que se utilizan organismos como son la lombriz de tierra para la degradación de la materia orgánica en dichas situaciones de cautiverio, esta lombriz es utilizada como herramienta de trabajo; consiste en que las lombrices se alimentan de la materia y lo descomponen atreves de enzimas digestivas estas liberan a través de sus excretas en forma



de humus un abono orgánico con un valor nutritivo, estas lombrices pueden llegar a alimentarse del 50 a 100% de su propio peso.

### **1.3.13 Humus de lombriz**

Viene hacer el proceso de transformación de dichas lombrices de (estiércol descompuesto, vegetales, etc.), producto de ello se obtiene uno de los abonos orgánicos de mejor calidad. Es una producción que en diferentes partes del país se ha implantado últimamente en los últimos años de igual forma presenta características fisicoquímicas muy buenas Se puede producir desde el nivel del mar hasta los 3800 m.s.n.m.

Este humus ayuda a mejorar la calidad del suelo y al uso de fertilizantes químicos, ya que es un fertilizante natural que no contamina al medio ambiente de lo contrario contribuye a reducir los residuos sólidos orgánicos y es el abono de mejor calidad ya que es más rico en nutrientes y puede contribuir en la porosidad del suelo, mejora el drenaje del suelo.

Mejora notablemente la estructura del suelo, esto se nota más en suelos empobrecidos y de baja calidad. (Producción y uso de Abonos Orgánicos, 2014 pág. 31)

## **1.4 Formulación del Problema**

¿Cuál será el efecto que tiene la lombriz roja californiana en la concentración de macronutrientes en compost producido por residuos orgánicos municipales?

## **1.5 Justificación del estudio**

Los residuos orgánicos del Distrito de El Porvenir se constituyen en uno de los principales problemas ambientales del distrito, afecta a la salud, al ornato y al ambiente en general. Los estudios de caracterización de los residuos sólidos del distrito indican que el 49 % corresponden a residuos orgánicos; los cuales no tienen un adecuado manejo y mucho menos se utilizan se reutilizan, en este

sentido el presente proyecto plantea una alternativa de solución a esta problemática a través del reciclaje y su conversión en compost. Esta investigación aportará información nueva acerca del efecto de la lombriz roja californiana en la producción de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos y estiércol de vacuno del distrito El Porvenir y también se beneficiaría a la población tanto económicamente como que reducirá la contaminación y riesgos a la salud.

## **1.6 Hipótesis**

La lombriz roja californiana permite obtener mayor concentración de macronutrientes en compost producidos por residuos orgánicos municipales.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la lombriz roja californiana, en la concentración de macronutrientes en compost producidos a partir de los residuos orgánicos municipales.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- ✓ Preparar y acondicionar la materia prima para la producción del compost.
- ✓ Medir la concentración de macronutrientes después del tratamiento de los residuos sólidos utilizando diferentes cantidades de lombriz roja californiana.

## **II. Método**

- **Acondicionamiento y preparación de camas.**

Las camas para sembrar las lombrices se harán de madera con dimensiones: 40 cm de largo x 38cm de ancho x 20cm, de alto se incorporó a estas cajas mezclas de residuos orgánicos + estiércol vacuno, el número total de tratamientos fueron 0 gr de lombriz, 50 gr de lombriz, 100gr de lombriz, 150 gr de lombriz, con 2 réplicas cada una que en total son 12 unidades experimentales.



**Figura N° 01:** Composteras utilizadas para el proceso de compostaje

**Fuente:** Propia

#### ➤ **Elaboración del sustrato para las lombrices**

Los materiales que serán utilizados son el estiércol de vacuno que fue recolectado del camal Municipal de El Porvenir y residuos orgánicos que serán recolectados de los mercados de El Distrito El porvenir.

**Figura N° 02:**  
Elaboración del sustrato para el proceso de compost

**Fuente:** Propia



### ➤ Siembra de lombrices

Después de preparada la cama con el sustrato se procederá a sembrar las lombrices a todas las camas.

a) Se controló los parámetros el rango óptimo de humedad es de 45% a 60% el cual se regó 1 vez a la semana así como para la temperatura optima es de 50-70°C y el pH estuvo en un rango de 5,8 a 7, los volteos para optimizar la aireación se hicieron volteos cada 15 días. (Manual del agricultor de la FAO.2011).

b) Se comienza la descomposición de los residuos sólidos .Pasado el tiempo de descomposición que será 3 meses se pasara a recolectar las muestras para sus respectivos análisis en el laboratorio.

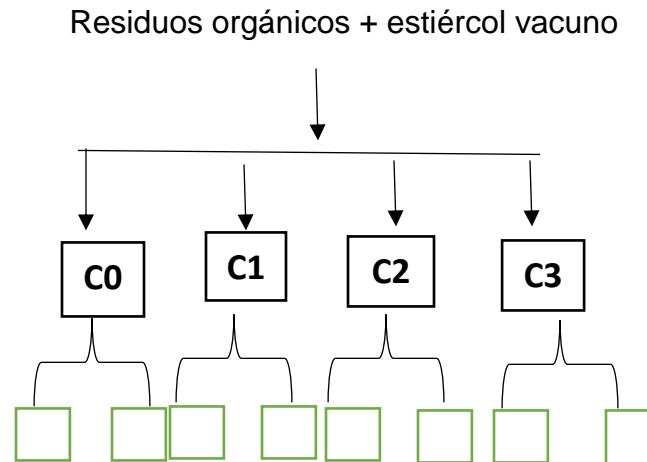


**Figura N° 03:**  
Elaboración del sustrato  
para el proceso de  
compost

**Fuente:** Propia

## 2.1 Diseño de investigación

La presente investigación es experimental con un factor y 2 réplicas cada tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

**C0:** Muestra sin tratamiento (grupo control)

**C1:** Muestra 1 con 50 g de lombrices

**C2:** Muestra 2 con 100 g de lombrices

**C3:** Muestra 3 con 150 g de lombrices

## 2.2 Identificación de variables

### 2.2.1. Variable independiente

Cantidad de lombrices rojas californianas

### 2.2.2. Variable Dependiente

Concentración de macronutrientes en el compost

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente:</b> Cantidad de lombrices roja californiana (Eisenia foétida)	Organismo, habitante del suelo que contribuye en el proceso de descomposición de la materia orgánica. (Rodríguez, 2000)	Balanza	G	Cuantitativa de intervalo
<b>Variable dependiente:</b> Concentración de macronutrientes	Son sustancias químicas: nitrógeno, fosforo, potasio que las plantas necesitan para su desarrollo, y se obtienen por descomposición de materia orgánica. (Xavier,2012)	<u>Nitrógeno Orgánico total</u> Técnica semimicro Kjeldahl	% N	Cuantitativa de razón
		<u>Fosforo</u> Método Olsen	%P	Cuantitativa de razón
		<u>Potasio orgánico total</u> Para determinar el análisis se utilizara el método de emisión atómica ICP	%K	Cuantitativa de razón

### 2.2.3. Operacionalización de variables

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1. Población:

Residuos sólidos orgánicos del distrito El Porvenir

### 2.3.2. Muestra

150 kg de residuos orgánicos municipales

### 2.3.3. Unidad de análisis:

Se utilizará 10 kg de la muestra de los residuos orgánicos municipales, para cada uno de los tratamientos a los que se les agrega diferentes de lombrices roja californiana.

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

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

**Tabla N°01 Técnicas de recolección de datos**

Técnica	Instrumento	Fuente /informantes
Análisis documental	Fichas de resumen	Libros, artículos
Observación	Ficha de recolección de datos	Proceso de compostaje
Análisis químicos	Espectrofotómetro	Compost

### 2.4.2. Equipos e Instrumentos

**Tabla N°03: Equipos e Instrumentos**

<b>EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>INSUMOS</b>
⇒ Espectrómetro	- 1 Bureta de 50	÷ Hidróxido de sodio.
⇒ Cocina eléctrica	- 1 Pipeta	÷ Carbonato de calcio
⇒ Balanza electrónica	- 8 Matraz de Erlenmeyer	÷ Ácido clorhídrico
⇒ Equipo Kjeldahl completo.	- 15 papeles de filtro libre de ceniza	÷ Carbón Activado
	- 2 Probetas de 50 ml	÷ Cloruro de potasio
	- 3 Vasos de precipitación	÷ Molibdato de amonio

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

Se trabajó con instrumentos calibrados y verificados en el laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Trujillo, el espectrofotómetro está calibrado según la norma ISO/IEC 17025.

### 2.4.4. Métodos de análisis de datos



#### **2.4.5. Para análisis de datos**

El método a utilizar en este proyecto de investigación es el Método estadístico ANOVA, el cual permite comparar los resultados obtenidos y para contrastar la hipótesis planteada.

#### **2.4 Aspectos Éticos**

El investigador se compromete a respetar la propiedad intelectual la veracidad de los resultados con técnicas e instrumentos validados de manera cuidadosa. Como también se respetara el cuidado de nuestro medio ambiente y para su respectivo del desarrollo de investigación se presentaran fotografías para cualquier duda de la autenticidad de dicho proyecto, y demás consideraciones de la Universidad Privada César Vallejo.

### III. Resultados

3.1. Se prepararon 12 muestras de residuos sólidos (50% de residuos sólidos y 50% de estiércol de vacuno), colocándose en 12 composteras de 40 cm x 42 cm x 20 cm. Las muestras contaron con la humedad necesaria mediante el agregado de agua lo que permitió la descomposición y que las lombrices puedan tener las condiciones adecuadas.

3.2. Luego de 75 días de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla N° 3

**Tabla N° 03 Concentración de macronutrientes en el compost**

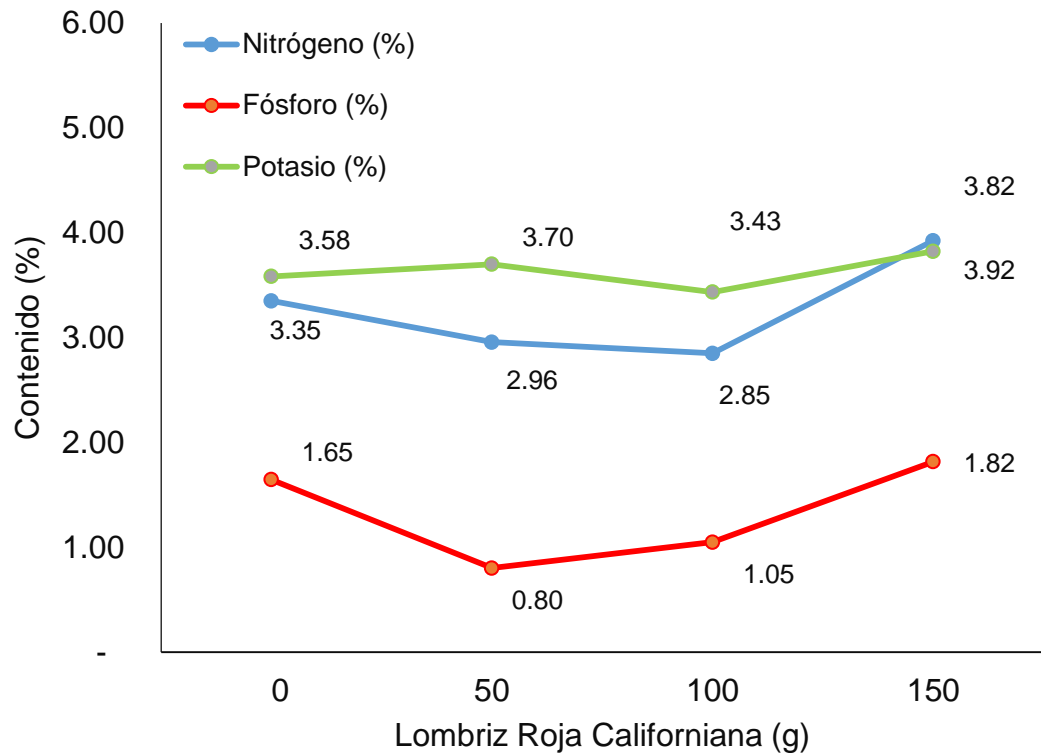
CONCENTRACION DE MACRONUTRIENTES DE COMPOST													
Tratamiento	Cantidad de lombrices (g)	1° Repetición			2° Repetición			3° Repetición			PROMEDIO % P	PROMEDIO %	
		N	P	K	N	P	K	N	P	K			
1	0 (Grupo Control)	3.36	1.64	3.58	3.33	1.64	3.6	3.36	1.66	3.57	3.35	1.65	3.58
2	50	2.95	0.80	3.70	2.95	0.82	3.68	2.97	0.79	3.72	2.96	0.80	3.70
3	100	2.86	1.05	3.42	2.84	1.06	3.45	2.85	1.04	3.43	2.85	1.05	3.43
4	150	3.92	1.8	3.8	3.94	1.84	3.82	3.91	1.81	3.85	3.92	1.82	3.82

Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 03 muestra los resultados de la concentración de los macronutrientes (N, P, K) en el compost producido sin la presencia de lombrices obteniéndose 3.35% de N, 165% de P y 3.58% de K.

Asimismo para las muestra en que se aplicó 50g, 100g y 150g de lombrices roja californiana, se puede apreciar que a partir del agregado de 150 g de lombrices se

incrementa la concentración de macronutrientes obteniéndose que para el N se obtiene 3.92% para el P 1.81 y para el K 3,82%, estos valores se pueden apreciar tanto en la Tabla N° 03 como en la Figura N° 01.



Fuente: Elaboración propia

**Figura N°04** Concentración promedio de los macronutrientes en compost en el compost.

La figura N° 04 se observa que existe una tendencia en cuanto a nitrógeno, fosforo y potasio el mayor promedio de macronutrientes de las diferentes proporciones de lombriz roja californiana se dio en gran proporción en el tratamiento 4 con 150 g de lombriz.

#### Tabla N° 4 Análisis de varianza ANOVA

Para determinar el efecto de la lombriz roja californiana sobre Nitrógeno, Fosforo y potasio se realizó el Análisis de varianza ANOVA el cual nos permitió ver si existió un efecto significativo sobre la concentración de macronutrientes. (Nitrógeno, fosforo y potasio)

Variable	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
<b>Nitrógeno</b>	Lombriz	3	2.123	0.708	3692.990	0.000
	Error	8	0.002	0.000		
	Total	11	2.125			
<b>Fósforo</b>	Lombriz	3	2.077	0.692	3028.310	0.000
	Error	8	0.002	0.000		
	Total	11	2.079			
<b>Potasio</b>	Lombriz	3	0.249	0.083	221.420	0.000
	Error	8	0.003	0.000		
	Total	11	0.252			

Fuente: Elaboración propia

Ho:  $p > 0.01$  No existe efecto

Ho:  $p < 0.01$  Existe efecto significativo

En conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

Como podemos observar en la tabla N° 04 se realizó análisis de varianza ANOVA de un factor el cual determinó que el contenido de lombriz si presentó efecto significativo sobre la concentración de nitrógeno, fosforo y potasio ya que ( $p < 0.01$ ).

#### IV. Discusión

- + Como se puede observar en la tabla N°3 los macronutrientes resultantes del proceso de descomposición en compost fue en promedio: Nitrógeno 3.92%, fósforo 1.82% y potasio 3.82% que son valores mejores a los alcanzados por Kalil, P. (2010) como se puede apreciar en los antecedentes.
  
- + En la tabla N° 03 se reportan los resultados obtenidos en los 4 tratamientos y con las diferentes cantidades de lombrices rojas californianas (0, 50, 100 y 150 gr). De acuerdo a las diferentes proporciones de lombrices se pudo reflejar que la mayor concentración de macronutrientes se logró con una proporción de 150 gr de la lombriz roja californiana (N, P, K), aun cuando el resultados obtenidos con el agregado de 50 y 100 g muestran menores concentraciones, la lombriz roja californiana si presentó un efecto en la mayor va de acuerdo a la propuesta según Tenecela ,(2012).  
Se tendría que hacer un mayor número de ensayos para corroborar el comportamiento de las muestras con cantidades menores a 150 g de lombrices.
  
- + En cuanto a la variable de las cantidades de lombrices de contacto y su influencia sobre la variable de la concentración de macronutrientes en el compost , se puede observar en las pruebas de Tukey en el ANEXO I que la cantidad con mayor cantidad de nitrógeno; fósforo y potasio es para la cantidad de 150 g sin embargo autores como Cacia (2008) y Jaramillo (2015), aseguran que el tiempo más eficiente para el proceso de compost con la lombriz roja californiana es de 90 días y nos indica que no se necesita de lombrices para producir mayor concentración de macronutrientes.
  
- + En cuanto a los análisis de datos realizados con la prueba ANOVA de un factor, ubicada en la tabla N° 4 se tomaron en cuenta las pruebas de homogeneidad de varianza y prueba de normalidad, en la cual dio como resultado la aceptación de la hipótesis alterna, aceptando que

los datos analizados son homogéneos y siguen una distribución normal, puesto que es mayor al grado de significancia de 0.01, en todo caso es posible la aplicación de análisis ANOVA para los datos expuestos como lo refiere Douglas C. Montgomery (2004) en su libro estadístico “Diseño y Análisis de Experimentos”.

## V. Conclusiones

- + Se determinó que si existe efecto en la concentración de macronutrientes en compost producidos a partir de los residuos orgánicos municipales.
- + La cantidad eficiente de la lombriz roja californiana es con un tratamiento de 150 gr, lo cual permite mayor concentración de macronutrientes.
- + Se concluye que al realizar los análisis químicos a los fertilizantes para determinar los contenidos de: N, P, K de acuerdo al tiempo de 75 días es el tiempo indicado para obtener un mejor compost (Nitrógeno 3.92% ,fosforo 1.82% potasio 3.82% )

## VI. Recomendaciones

- + Realizar estudios con mayores proporciones a 150 gr de la lombriz roja californiana, la cual permite avanzar el proceso de descomposición y mayor cantidad de macronutrientes.
- + Experimentar con otros tipos de material orgánico, evaluando las diferentes concentraciones de macronutrientes y las cantidades de la lombriz roja californiana.
- + Se recomienda seguir investigando y teniendo como base estos resultados encontrados para disminuir los residuos orgánicos y poder reutilizar como fertilizantes orgánicos y contribuir a la disminución de la contaminación ambiental.

## VII. Referencias Bibliográficas

- Agencia de desarrollo económico y comercio exterior España. ADEX. Manual de lombricultura [En línea]. 2006.  
Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>
- CACUA, Luis. Producción de abonos orgánicos, aplicando procesos de compostaje y lombricomostaje a residuos de las cadenas agrícolas y pecuarias enfocado al bio- mejoramiento del agro colombiano. Tesis (Especialista en transformación de residuos agroindustriales). Colombia: Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Básicas. 2008.
- CHACON G., Manual de lombricultura. Quito, Editorial SURCO. 2012 Pp.5-17.
- ESTEVE J.A. Manual práctico de técnicas de compostaje y lombricultura, 2010. Colombia.  
Disponible en: [http://.horsecologics.net/documentación\\_curso\\_cmpost.pdf](http://.horsecologics.net/documentación_curso_cmpost.pdf)
- Fondo de cooperación para el desarrollo social del Perú. FONCODES .Manual técnico de producción y uso de abonos orgánicos.  
En línea: 2014  
Disponible: [http://www. Prod abono orga compost y humus Foncodes 2015.pdf.](http://www.Prod_abono_orga_compost_y_humus_Foncodes_2015.pdf)
- GALLARDO Minaya, Kristell. “Obtención De Compost A Partir De Residuos Orgánicos Impermeabilizados Con Geomembrana” tesis (Para Optar El Grado Académico De Maestro En Ciencias Con Mención En Minería Y Medio Ambiente). Lima. Universidad Nacional de ingeniería .2013 .190p.
- JARAMILLO G., Zapata “Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Universidad de Antioquia. Colombia

2008.Bolivar. disponible en:  
<http://www.turevista.uat.edu.mx/vol.%202%20Num%201/microsoft%20word%20>

- KALIL Perdomo, Sandra.” Seguimiento del proceso de Humificación en compost Inoculado” tesis (para optar el título de Microbiólogo ambiental). Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.2010.89 p.
- OLIVARES C, HERNANDEZ R, VENCES C. “Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores del suelo”. Universidad y ciencia scielo.vol.28. México.2008 revisada en mayo del 2017. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792012000100003.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000100003)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura de Santiago de Chile. FAO Manual del Agricultor. [En línea]. 2013.  
Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>  
ISSN: 978-92-5-307845-5.
- PACO Gabriel and Loza Murgia of the Selva Andina Research Society.Bolivia. Effect of the californian red worm (*Eisenia foetida*) during the composteo and vermicomposteo. Scientific [Online].february-july.2011.vol.2.pp74-85. [Consulted: April 2017].  
Disponible en:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2072-92942011000200004.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942011000200004)
- Revistas CORPOICA corporación colombiana. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. [Online], Colombia. enero-



junio 2014.vol. 15, núm. 1, PP. 73-81.Cundinamarca,  
Colombia.

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449944863008>.

ISSN: 0122-8706

- Revista Del Instituto De Investigaciones FIGMMG. Perú.  
Estudio Comparativo Para La Elaboración De Compost Por  
Técnica Manual. [Online].Perú.2006. Vol. 9, Nº 17, Pp75-  
84.Lima –Perú.

Disponible En

<Http://Revistasinvestigacion.Unmsm.Edu.Pe/Index.Php/ligeo/Article/View/697/550>

ISSN: 1628-8097

- Revista scielo de Bolivia. Efecto de la Lombriz Roja  
Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y  
vermicomposteo. [En Línea], La Paz .febrero-julio  
2011.vol2.n2, PP. 74-85.La Paz-Bolivia.

Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2072-92942011000200004](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942011000200004)

ISSN: 2072-9294.

- TENECELA, Xavier. Producción de humus de lombriz  
mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos  
orgánicos.Cuelap (Ecuador), mediante un proceso sostenible  
y viable tecnológicamente. Tesis (para obtener grado de  
ingeniero agrónomo). Ecuador: Universidad de cuenca, 2012.  
113p.

Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TE SIS.pdf>.

## ANEXOS

### ANEXO I

Para determinar cuál es el tratamiento con mayor concentración de macronutrientes se utilizó la prueba de Tukey que determinara el mejor tratamiento.

#### Comparaciones en parejas de Tukey para nitrógeno

	<b>Lombriz Roja Californiana (g)</b>	<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Tukey = 0.01</b>			
	150	3.92	A			
	grupo control	3.35		B		
	50	2.96			C	
	100	2.85				D
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>						

La prueba de Tukey indica que la mayor producción de nitrógeno (3.92%) fue para 150 g de lombriz roja californiana, además, se evidencia diferencias con los demás tratamientos (las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes).

<b>Comparaciones en parejas de Tukey para fosforo</b>						
	<b>Lombriz Roja Californiana (g)</b>	<b>Fósforo (%)</b>	<b>Tukey = 0.01</b>			
	150	1.82	A			
	grupo control	1.65		B		
	100	1.05			C	

50	0.80				D
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>					

La prueba de Tukey indica que la mayor producción de Fósforo (1.82%) fue para 150 g con lombriz roja californiana, además, se evidencia diferencias con los demás tratamientos (las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes)

La prueba indica que producción (3.82%) 150 g con roja

	<b>Potasio</b>				
Lombriz Roja Californiana (g)	<b>Potasio (%)</b>	<b>Tukey = 0.01</b>			
<b>150</b>	3.82	A			
<b>50</b>	3.70		B		
<b>grupo control</b>	3.58			C	
<b>100</b>	3.43				D
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>					

de Tukey la mayor de potasio fue para lombriz

californiana, además, se evidencia diferencias con los demás tratamientos (las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes)

## ANEXO II: Fotografías

### PREPARACION DE COMPOST



**Figura N°05:** Preparación de compost primera capa de residuos orgánicos.

**Fuente: Propia**



**Figura N°06:** Preparación de compost segunda capa de estiércol vacuno

**Fuente: propia**

**Figura N°07:** Incorporación de las lombrices rojas californianas

**Fuente: Propia**



**Figura N°08:** Medición del pH

**Fuente: Propia**





**Figura N°09: Medición de la temperatura**

**Fuente: Propia**

**Figura N°10: Determinación de nitrógeno**

**Fuente: Propia**



**Figura N°11: Proceso de digestión**

**Fuente: Propia**



**Figura N°12: Determinación de fosforo**

**Fuente: Propia**

### **ANEXO III**

#### **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

##### **TABLA N°10 HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

**Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas**

Variable	Estadístico de Levene	Valor p
<b>N</b>		
<b>Variable</b>		Shapiro-Wilk
<b>P</b>		<b>P</b>
<b>Fósforo</b>	0.230	0.876
<b>Potasio</b>	0.220	0.883
<b>Nitrogeno</b>		0.821
		0.016
<b>Fósforo</b>		0.828
		0.020
<b>Potasio</b>		0.931
		0.394

Fuente: elaboración propia

La prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas ( $p > 0.01$ )

**TABLA N°11 PRUEBA DE NORMALIDAD**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Shapiro Wilk determinó la existencia de una distribución normal de los datos ya que ( $p > 0.01$ ).

**ANEXO IV** Instrumento de recolección de datos

tratamientos										
MUESTRA 1	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
MUESTRA 2										
MUESTRA 3										
MUETRA 4										