

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“PRODUCCION DE VERMICOMPOST MEDIANTE EL  
APROVECHAMIENTO EFICIENTE DEL CARTON  
GENERADOS COMO RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD  
DE HUANUCO; 2020 - 2021”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Valdivia Espiritu, Deis Karina**

**ASESOR: Camara Llanos, Frank Erick**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2021**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y Nanotecnología

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería Tecnología

**Sub área:** Biotecnología Ambiental

**Disciplina:** Biotecnología Ambiental

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42284206

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria.

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Zacarias Ventura, Héctor Raúl	Magister en ciencias de la educación, docencia en educación superior e investigación	22515329	0000-0002-7210-5675
3	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día 25 del mes de noviembre del año 2021, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

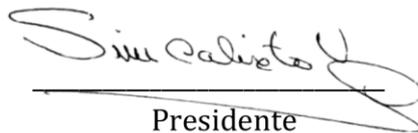
- Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Héctor Raúl Zacarías Ventura (Secretario)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1491-2021-D-FI-UDH**, para evaluar la **Tesis** intitulada: **“PRODUCCION DE VERMICOMPOST MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO EFICIENTE DEL CARTON GENERADOS COMO RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE HUANUCO; 2020 - 2021”**, presentado por el (la) **Bach. Deis Karina VALDIVIA ESPIRITU**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

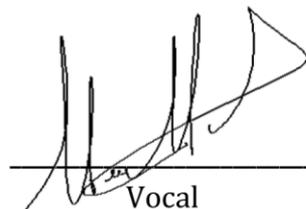
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 16:50 horas del día 25 del mes de noviembre del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios por toda la bendición, la vida y salud, por guiar mis pasos y porque caminar de su mano todo es posible.

A mi madre Norma y mi papito Juan en el cielo quienes en todo momento me dieron fortaleza y apoyo emocional para lograr una de mis metas trazadas en la vida.

A mi esposo Carlos e hija Angélica por la motivación, y fuerza para seguir con perseverancia para lograr mi objetivo.

A mis queridos hermanos por el cariño y confiar siempre en mí.

A mí querido amigo Ing. Heberto Calvo Trujillo, por los consejos y apoyo durante la realización de la presente investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por bendecirme siempre, por lo cual logré concluir una meta más, como muestra de su gran amor y misericordia.

A mis padres que fueron mi motivación, y por el apoyo emocional en todo momento.

A mi esposo y mi querida hija por el apoyo incondicional, durante todo este tiempo.

A la Universidad de Huánuco por las enseñanzas adquiridas durante mi formación profesional.

A mi asesor el Mg. Frank Erick Cámara Llanos por el apoyo y guía, en la elaboración y ejecución del proyecto de investigación.

A mis jurados, que con sus recomendaciones asertivas me ayudaron a mejorar mi investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA INVESTIGACIÓN .....	13
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA: .....	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problema específico.....	14
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVO ESPECIFICO .....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	19
2. MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	21
2.1.3. Antecedentes Locales.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1. Vermicompostaje.....	25
2.2.2. Rol del vermicompost en el suelo.....	27
2.2.3. Características y morfología de la lombriz rojas.....	27
2.2.4. Propiedades químicas.....	28
2.2.5. Microorganismos que participan en el vermicompostaje.....	29
2.2.6. Residuos utilizables en el vermicompostaje.....	30
2.2.7. Cartón y sus tipos.....	33

2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	35
2.4.	SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	36
2.4.1.	Hipótesis General:.....	36
2.5.	SISTEMA DE VARIABLES .....	36
2.5.1.	Variable dependiente .....	36
2.5.2.	Variable Independiente .....	37
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	38
CAPÍTULO III.....		39
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	39
3.1.1.	Tipo de investigación.....	39
3.1.2.	Enfoque.....	39
3.1.3.	Nivel de investigación.....	39
3.1.4.	Diseño de investigación .....	39
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	40
3.2.1.	Población .....	40
3.2.2.	Muestra .....	40
3.2.3.	Tamaño de muestras .....	40
3.2.4.	Tratamientos en estudio.....	41
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .42	
3.3.1.	Técnica: Observación de campo.....	42
3.4.	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE FICHA DE REGISTRO DE DATOS .....	47
3.4.1.	Técnica: Análisis estadístico .....	47
3.5.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	47
3.5.1.	Ficha de análisis de las muestras de laboratorio .....	47
3.5.2.	Ficha para el control de degradación del cartón .....	47
CAPÍTULO IV.....		48
4.	RESULTADOS .....	48
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS .....	48
4.1.1.	Resultados del vermicompost obtenido durante 90 días.....	48
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	55

CAPÍTULO V.....	59
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	59
5.1. Contrastación de los resultados.....	59
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	66
ANEXOS.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Cuadro de las propiedades químicas del vermicompost.....	29
Tabla N° 2. Cuadro de Número y tamaño de muestras .....	41
Tabla N° 3. Cuadro de producción de vermicompost.....	48
Tabla N° 4. Cuadro de cartón no procesado.....	50
Tabla N° 5. Resultado de los análisis de los parámetros físicos.....	52
Tabla N° 6. Resultado de los análisis de los parámetros químicos.....	54
Tabla N° 7. Prueba de normalidad de la variable en estudio .....	55
Tabla N° 8. Análisis de Varianza con un factor inter sujetos.....	56
Tabla N° 9. Comparaciones múltiples con la prueba de Tukey.....	57

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración N° 1. Diseño de los tratamientos en estudio .....	41
Ilustración N° 2. FASE 1: Proceso de la elaboración de la Investigación.....	43
Ilustración N° 3. Fase II: Alimentación de las lombrices.....	45
Ilustración N° 4. Fase III: Producción de vermicompost.....	46
Ilustración N° 5. Cantidades de vermicompost obtenidas durante 3 meses .	49
Ilustración N° 6. Cantidades de cartón No procesado.....	51
Ilustración N° 7. Parámetros físicos del vermicompost .....	53

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como **objetivo** “Demostrar la diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 - 2021”. La **metodología** empleada consistió en la implementación de cuatro (4) vermicomposteras, en cada una de ellas un tipo de cartón (corrugado, plegadizo, crack y el no reciclable); para el procedimiento se realizó en tres (3) fases. La primera fase es el Proceso de la Elaboración de las vermicomposteras, se utilizó las cajas de tecnopor con medidas de 60 cm de largo, 45 cm de ancho y 40 cm de alto, la caja tendrá pequeños filtros en la base para lixiviados y en la tapa para que tenga ventilación y dejas escapar los gases, se prepara la vermicompostera con 3Kg. de tierra, más las hojarascas para luego colocar ½ Kg. de lombrices en cada una. En la segunda fase se realizó la alimentación de las lombrices con 250 gr de cartón de cada tipo (corrugado, plegadizo, crack y el no reciclable), más 100 gr de residuos orgánicos de cocina, cada 15 días se realizaba el monitoreo, registrando la cantidad de cartón consumido y el pesado de la cantidad que no consumieron las lombrices, se registró los datos en la ficha de control. En la tercera fase se determinó la producción de vermicompost, mediante el pesado del total del vermicompost de cada vermicompostera, obtenidos durante los tres (3) meses que duro el experimento, por otro lado, un (1) Kg de compost de cada vermicompostera se envió a analizar los parámetros físicos y químicos al laboratorio acreditado de la UNAS. El **resultado** obtenido fue que los mejores cartones para producir vermicompost fueron el corrugado y el cartón Kraft, que son iguales estadísticamente, de los cuales se obtuvo la mayor cantidad de vermicompost producido y en menor cantidad de vermicompost obtenido ha sido del cartón No reciclable. Se **concluye** mencionando que existe un mejor resultado en la producción de vermicompost con el cartón corrugado y el cartón Kraft esto se determinó con un nivel de 5% significancia.

**Palabras clave:** Vermicompost, cartón corrugado, cartón Kraft, lombriz roja californiana, vermicomposteras.

## ABSTRACT

The objective of this research was to "Demonstrate the difference in vermicompost production through the efficient use of various cartons generated as solid waste in the city of Huánuco; 2020 - 2021 ". The methodology used consisted of the implementation of four (4) vermicomposters, in each of them a type of cardboard (corrugated, folding, crack and non-recyclable); for the procedure it was carried out in three (3) phases. The first phase is the Process of the Elaboration of the vermicomposters, the technopor boxes were used with measurements of 60 cm long, 45 cm wide and 40 cm high, the box will have small filters in the base for leachate and in the Cover so that it has ventilation and lets the gases escape, the vermicomposter is prepared with 3Kg. of earth, plus the litter and then place  $\frac{1}{2}$  kg of worms in each one. In the second phase, the worms were fed with 250 grams of cardboard of each type (corrugated, folding, crack and non-recyclable), plus 100 grams of organic kitchen waste, monitoring was carried out every 15 days, recording the The amount of cardboard consumed and the weighing of the quantity that the worms did not consume, the data was recorded in the control card. In the third phase, the vermicompost production was determined, by weighing the total vermicompost of each vermicompost, obtained during the three (3) months that the experiment lasted, on the other hand, one (1) Kg of compost from each vermicompost was sent to analyze the physical and chemical parameters to the accredited laboratory of the UNAS. The result obtained was that the best cartons to produce vermicompost were corrugated and Kraft cardboard, which are statistically the same, from which the highest amount of vermicompost produced was obtained and the least amount of vermicompost obtained was from Non-recyclable cardboard. It is concluded by mentioning that there is a better result in the production of vermicompost with corrugated cardboard and Kraft cardboard, this was determined with a significance level of 5%.

**Keywords:** Vermicompost, corrugated cardboard, Kraft cardboard, California red worm, vermicomposters.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación nos muestra una alternativa novedosa para la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente del cartón como residuo sólido, a través del proceso biotecnológico que realizan las lombrices (*Eisenia foetida*), al transformar este residuo sólido en un producto que son las excretas un abono orgánico con alto contenido de nutrientes que requieren las plantas para su desarrollo fisiológico y alta producción productiva. El Compost obtenido al ser utilizada en los cultivos, se obtendrá productos sin contaminantes, mejorará la calidad del suelo. La producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de los cartones, como residuo sólido generado en la ciudad de Huánuco, de esta manera principalmente reducir significativamente la contaminación ambiental. Ejecutando a gran escala se podrá obtener mayores resultados.

Actualmente, el Perú es uno de los países con gran contaminación ambiental por residuos sólidos, provenientes de los hogares, mercados, y en mayor cantidad de comercios debido a la mala disposición de los residuos sólidos, nivel baja en educación Ambiental de la población. Ocasionando graves efectos negativos a los ecosistemas terrestres, acuáticos y aéreos, enfermedades agudas a la población. Estos residuos acumulados en las calles causan contaminación visual, emanan malos olores, se vuelven criaderos de insectos, roedores.

**En el capítulo I**, se menciona la descripción del problema, formulación del problema, el Objetivo general y específicos, la justificación del problema, limitaciones y viabilidad de la investigación en lo económico, en lo social, en lo teórico y en lo ambiental.

**En el capítulo II**, se menciona los antecedentes a nivel internacional, nacional y local, las bases teóricas y definiciones conceptuales con sus respectivas fuentes de donde fueron extraídas. También menciona el sistema de hipótesis, el sistema de variables dependiente e independiente. Asimismo, se presenta el cuadro de operacionalización de variable.

**Capítulo III**, se menciona el tipo de investigación, enfoque, nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

**Capítulo IV**, se presentan los resultados mediante tablas estadísticas de la producción de vermicompost, del cartón no procesado, interpretación de los análisis de los parámetros físicos y químicos del vermicompost obtenido de cada tipo de cartón y de la prueba de normalidad. También hace mención la contrastación de hipótesis.

Finalmente, en el capítulo V, se presenta la discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones planteados en la presente investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA INVESTIGACIÓN**

La generación de residuos sólidos en grandes cantidades crea un gran problema ambiental; a diario se generan toneladas de estos materiales, erogando recursos económicos desde su recojo hasta su disposición final. La contaminación por estos residuos no solamente está constituida por los residuos orgánicos que se generan en los domicilios y mercados, sino también las que provienen de los negocios de las empresas como es el caso del cartón, y el papel.

Las empresas en la Región Huánuco no se hacen responsables de sus residuos una vez salida de su tienda con sus productos, es por ello que este residuo lo encontramos en las calles formando parte como elemento contaminante, al no ser recogido por los recicladores se van acumulando en grandes cantidades, causando efectos negativos al ornato público y al paisaje de la ciudad. El cartón es un residuo proveniente de celulosa de vegetales, no es apreciado por los recicladores, por su bajo costo. Son pocas las empresas de la ciudad que buscan medidas para reutilizar y aprovechar de la mejor manera los residuos de sus productos. Pero el reciclaje consiste en convertirlo en otro producto, que sigue siendo cartón y este tiene en el tiempo a conformar parte de los residuos que terminan en el centro de nuestra localidad, que por su bajo costo como material de reciclaje no es recolectado por las personas que se dedican a la recolección para la venta.

Es por eso frecuente ver acumulada en las calles de los jirones Crespo Castillo, Dámaso Beraun, General Prado, Huánuco, Etc, parte céntrica y comercial de la ciudad estos residuos sólidos. Ante esta situación se plantea como alternativa la utilización del cartón para la producción de abono orgánico o vermicompost, porque el cartón es

producido de celulosa de la madera, por el cual puede ser consumido por las lombrices especie *Eisenia foétida*, para producir el vermicompost.

Viendo esta alternativa, por la gran cantidad de cartón que existe en nuestro medio, se plantea como propuesta la siguiente investigación:

“Producción del vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente del cartón generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 - 2021”, confiando obtener resultados que nos ayudará a dar solución a este problema de los residuos sólidos, y a la vez contribuir a la producción de abono orgánico para favorecer y mejorar la producción limpia de productos agrícolas en nuestra región.

## **1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA:**

### **1.2.1. Problema general**

¿Existe diferencia al producir vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 -2021?

### **1.2.2. Problema específico**

¿Cuál es la cantidad de humus de lombriz producido a los 3 meses de evaluación en cada una de las vermicomposteras?

¿Cuál es el peso de cartón no degradado en cada una de las vermicomposteras?

¿Cuáles son los parámetros físicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón?

¿Cuáles son parámetros químicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón?

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Demostrar la diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 -2021.

### **1.4. OBJETIVO ESPECIFICO**

Determinar cantidad de humus de lombriz producido a los 3 meses de evaluación en cada una de las vermicomposteras

Determinar el peso de cartón degradado en cada una de las vermicomposteras.

Determinar los parámetros físicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón.

Determinar los parámetros químicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La degradación del medio ambiente ocasionada a causa de una inadecuada disposición de residuos orgánicos que causan daños y riesgos a la salud del ser humano y del medio ambiente, lo cual se puede minimizar, si desde la fuente donde se generan los residuos son procesados de forma adecuada, para la obtención de un producto que puede ser aprovechado como compost en los cultivos. El estudio que se plantea, por medio del uso del cartón, la producción de vermicompost permitiría a las personas que se dedican a la recolección de este residuo sólido; generar su propio puesto de trabajo, mejorar sus condiciones de vida mediante los ingresos generados por la venta del vermicompost. Tener liquides a la mano para cubrir sus necesidades básicas; permitirá a las personas a quedarse en su lugar de origen y evitar la migración a otros lugares en busca de mejores alternativas de vida.

La investigación permitirá a la contribución de la limpieza de la ciudad, mediante la recolección del cartón que se encuentra en las calles; que por su valor económico como residuo sólido reciclable tiene un precio muy ínfimo no siendo recogido por los recicladores, esto trae consigo la contaminación ambiental en nuestra ciudad.

Le investigación permitirá a la contribución de la mejora de la producción agrícola, mediante el proceso de reciclaje del cartón se obtendrá el vermicompost, un abono orgánico que al ser utilizado en la agricultura, permitiría una producción de cosechas sin contaminantes, sin riesgos para la salud humana; sin riesgos de deterioro del suelo, la contaminación del agua y la mezo fauna que interviene en los procesos de degradación de la materia orgánica para la producción del humus natural del suelo.

La investigación permitirá desde el punto de vista científico demostrar el proceso biotecnológico que realizan las lombrices al transformar la materia orgánica un producto muchas veces inservible, mediante el proceso digestivo, en un producto que son sus excretas un abono orgánico con alto contenido de nutrientes de elementos mayores N,P,K y oligoelementos o elementos menores que requieren las plantas para un buen desarrollo fisiológico y alta producción y productividad.

Esta investigación propuesta, desde una perspectiva personal, permitirá aplicar mis conocimientos, sobre las tres R de gestión de residuos sólidos para proteger el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos sólidos o basura producidos en el ámbito de la ciudad, desarrollando hábitos de consumo responsable y que concientice a tirar menos basura, generar liquides a la mano y ser un consumidor más responsable.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

En la realización del estudio no hubo ninguna limitación, mi persona contó con la disponibilidad suficiente de solventar todas las funciones y

trabajos que se realizaron durante el desarrollo del proyecto y tener en cuenta que:

- Material suficiente cuéntense para utilizar en la investigación.
- Acceso y obtención de datos relacionados al estudio
- Disponibilidad económica para todo el desarrollo del estudio
- Se contó con personal de apoyo para la ejecución
- Se tuvo los conocimientos de la tesista acerca de la metodología para ejecutar el proyecto.
- Se tuvo el tiempo disponible para ejecutar las actividades del proyecto.

## **1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **En lo económico.**

Disponibilidad de recursos financieros y materiales, para la ejecución de la investigación. Utilización y aprovechamiento del cartón para producir vermicompost, y este ser comercializado para generar sus ingresos propios y solventar gastos de la familia.

### **En lo social.**

Se tuvo el personal de apoyo para la realización del proyecto. Así como también se contó con el asesoramiento profesional en las diversas etapas y procesos para la ejecución del estudio.

### **En lo teórico.**

Bastantes conocimientos por parte de la tesista y los asesores acerca del estudio ejecutado, cabe mencionar que se hizo trabajos similares en las prácticas pre profesionales.

Factibilidad de los procesos de recolección de información y análisis de datos; la aplicación de conocimientos del investigador y del asesor del proyecto.

### **En lo Ambiental.**

La producción de vermicompost, una alternativa para reducir la Contaminación Ambiental, dando un mejor uso como abono Orgánico en la agricultura sin contaminantes.

Para la producción de vermicompost se utilizará los residuos sólidos de cartón con el fin de obtener un producto que beneficiara suelo degradados, aporta alto contenido de nutrientes, que requieren las plantas para su productividad, así también mejorar la calidad del suelo.

Con esta técnica se busca, en primer lugar, reducir los residuos sólidos, la generación de abono orgánico que pueden ser utilizados como mejoradores de suelo y en la agricultura, contribuyendo a, mejorar el medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

**Sharma (2017)**. Considera en su artículo Análisis comparativo de la calidad del vermicompost producido a partir de paja de arroz y desperdicios de papel empleando la lombriz de tierra *Eisenia fetida* (Sav.), la comparación del vermicompost de dos residuos orgánicos diferentes (paja de arroz y desperdicios de papel) utilizando la lombriz de especie *Eisenia foétida*, se utilizó estiércol de vaca como sustrato para preparar nueve materias primas con diferentes proporciones de residuos. Después del pre-compostaje, las lombrices se alimentaron con una variedad de materias primas durante 105 días en condiciones de laboratorio. Los resultados mostraron que el contenido de NPK del vermicompost es más. El contenido de metales pesados también fue mayor en los vermicomposts. Mientras que el carbono orgánico total y la relación C: N fueron menores después del vermicompostaje, en un 17,38% a 58,04% y un 19% a 102% respectivamente. Las imágenes SEM revelaron cambios en la morfología del vermicompost. El crecimiento y la reproducción de las lombrices de tierra fueron significativos en diferentes materias primas, excepto una que contenía 50% de paja de arroz, lo que indica que esta proporción no es adecuada para las lombrices de tierra. Los resultados demostraron además que la proporción de sustrato voluminoso afecta el desarrollo y la multiplicación de las lombrices.

**Villegas y Laines (2017)**. Consideran en su artículo Vermicompostaje: Il avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. En definitiva, el vermicompost se determina como acción de biotecnología para lograr que los desperdicios de cocina se biodegraden en circunstancias aeróbicas y termofílicas mediante la actuación combinada de las lombrices y microorganismos, dando al

producto final estable e incremental. Esta actividad de las enzimas digestivas de las lombrices y la flora microbiana aeróbica y anaeróbica. La finalidad de esta revisión es difundir adelantos presentados dentro de los estudios científicos sobre los diversos actos en el proceso de producir vermicompost. La utilización de desperdicios orgánicos para generar vermicompost, es una manera de reusar desperdicios orgánica que de otra forma son eliminados de manera inadecuada ocasionando inconvenientes al medio ambiente. La utilización con función de plaguicida expone buen resultado controlando agentes perjudiciales en la agricultura, minimizando la utilización de insumos químicos. Un punto de vista fundamental del desarrollo es el desempeño y la diversidad biológica de la ciudad de microbios que cooperan en la modificación de los desperdicios, del que se tiene poco conocimiento.

**Lobo y Charro; (2020)** en su estudio; Evaluación de la eficiencia del vermicompostaje de desechos orgánicos en entornos educativos: caso Colegio Liceo Campoverde, Quito, Ecuador. Su objetivo fue evaluar la eficiencia del vermicompostaje de residuos orgánicos descartados en un centro educativo, por medio de estudios fisicoquímicos del vermicompost producido. Se hizo pre composta, añadiendo desperdicios de cocina en la compostera por 2 semanas. Se han realizado 2 procedimientos para verificar el resultado del estudio usada, en los métodos: procedimiento N° 1, un mes de tratamiento; y procedimiento N° 2, en dos meses con 12 días de tratamiento. Se recolectó tres (3) muestras de cada tratamiento para hacer estudios de su composición beneficiosa. Los elementos analizados fueron: los parámetros físicos y químicos. Se comprobó que la implementación de la técnica del vermicompostaje es positiva y podría usarse en ámbitos de estudio de nivel primaria y secundaria debido a que se verificó disminución en la proporción de desperdicios de cocina fue de 40 kg, o sea en un año de colegio se reducirían 102 kg de este tipo de residuo.

**Amaya, Vega y Ortiz; (2020);** en su estudio. Utilización de residuos de la industria papelera para la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia*

foetida), en la generación de vermicompost. La empresa papelera emite cantidades gigantescas de estos residuos papeleros debido a que, por cada tonelada de producción, emiten 200 kilos de residuos papeleros. El fin primordial de este proyecto fue comprobar la eficacia de residuos papeleros como alimento de lombrices y sus crías mezcladas excretas de bovino, para producir vermicompost. Este estudio ofrece un uso a estos desechos que pueden convertirse en una alternativa de beneficio al medio ambiente, así como también económica con la venta del humus para la agricultura. Se han realizado tratamientos usando desechos papeleros mezclados con excretas de bovino en proporciones del 100% y 0%, por cada procedimiento hicieron tres repeticiones. El tratamiento más eficiente se dio con el 75% de excretas y 25% de desechos papeleros.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Cabrera (2016).** En su tesis titulada Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. Tuvo como finalidad ejecutar un experimento a escala piloto para elaborar compost de los desechos vegetales producidos del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. Con esta investigación, se quiere plantear una alternativa sostenible referente a la generación de los desechos orgánicos, los cuales volverán a las áreas verdes, pero como compost enriquecido. Este proyecto inició en el mes de agosto del 2012, en la U.N A. La Molina; la propuesta piloto abarca desde la caracterización y pre tratamiento de los desechos, el monitoreo y registro de resultados durante el proceso de compostaje, el análisis cualitativo del compost final y su comparación con la normativa, mediante la adaptación de la prueba Zucconi finalmente, se obtuvo como resultados que el compost obtenido podría ser tipificado en la clase B según la norma chilena (NCh2880.Of2004). Esto demuestra la eficiencia en producción de compost y factibilidad económica.

**Enríquez y Soto (2017)**; la investigación titulada Evaluación de la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia Foétida*) con el contenido ruminal en el camal Municipal de Huancavelica. Cuyo objeto fue analizar la producción y componentes químicas de compost de la lombriz roja californiana con el residuo ruminal. Se utilizaron materia del contenido ruminal (camélidos sudamericanos, ovinos y vacunos), estas fueron tratados en un área de 9 m<sup>2</sup>, con una pendiente de 1 y 5 %, de pH 7,5, con humedad de hour y una temperatura constante de 24 a 30 °C, fueron 50 lombrices que se añadieron al tratamiento, esto se hizo para comprobar si el contenido era idóneo para alimentar a las lombrices. Para llevar a cabo este estudio se implementaron recipientes artesanales con mediadas de 70X40X15cm, para ello se colocó 96 kg de compost en total hasta culminar el experimento, así como también el análisis de las muestras que se realizaron en el Laboratorio de la U. N. Agraria de la Molina. Los tratamientos ejecutados fueron:

T1: a los 3 meses; T2 a los 4 meses y T3 a los 5 meses. Al final se puede decir que la producción de humus adquirida fue significativa y muy beneficioso para los cultivos.

**Sánchez (2018)**, realizó la investigación “Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz,

*Eisenia foetida* y *Lumbricus* sp., en la provincia de Arequipa”. Lo realizó en el mes de Febrero - Julio del 2017. Que tuvo como finalidad plantear el estado del procedimiento para la producción del vermicompost y establecer las cualidades y la elaboración del vermicompost producido para uso agrícola. En este experimento emplearon dos especies de lombrices *Lumbricus* sp. y *Eisenia foétida*, se realizaron 2 tratamientos con 3 repeticiones, que hacen un total de 6 tratamientos experimentales. Se evaluaron los parámetros físicos y químicos como el del pH, CE, factores climáticos, M.O, N-P-K, CIC, C/N, se evaluó también el tiempo y la cantidad de vermicompost. En los resultados respecto al pH, se observa un aumento a inicios del proceso desde 6,38 hasta 6,66 con la

especie (*Eisenia foetida*) y 6,58 con la especie (*Lumbricus* sp.), esto en el caso de la elaboración de vermicompost; por otro lado la conductividad eléctrica disminuyó en los dos tratamientos desde 6,12 dS/m hasta 3,4 dS/m con la especie (*E. foetida*) y 3,54 dS/m con la especie (*Lumbricus* sp.); en cuanto a la temperatura se encontraron dentro del rango idóneo en los dos tratamientos, de entre 15°C y 20°C, en ocasiones se tuvo valores bajos a 13°C, que afectaban a las lombrices. En conclusión, no hay diferencias extremas entre ambas especies de lombrices, por lo que los dos tratamientos muestran características iguales en el vermicompost adquirido para ser usados en los cultivos. En cuanto a la elaboración de vermicompost si hubo diferencias significativas porque con la especie *Lumbricus* sp, se obtuvo (44,9% de conversión) la cual fue mayor a la lombriz *E. foetida* con (40,6% de conversión). Igualmente, con el tiempo hubo diferencia de una semana, la *Lumbricus* sp realizó en menor tiempo (14 semanas), y la lombriz *E. foetida* en (15 semanas).

### 2.1.3. Antecedentes Locales

**Reynoso (2020).** En su investigación, titulada: Elaboración de vermicompost con estiércol de vacuno utilizando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y microorganismos eficientes en la granja ecológica linderos, Tomayquichua, Ambo, Huánuco 2020; el propósito de este estudio fue determinar la cantidad de vermicompost y comparar la producción de 1era, 2da y 3ra calidad a partir de estiércol de ganado vacuno con la utilización de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y Microorganismos Eficientes. Con respecto al método experimental utilizado, el diseño de este estudio fue prospectivo, con intervenciones transversales y analíticas que involucraron la instalación de 12 parcelas en 6 procesos, por el cual se tuvo tres calidades de vermicompost 1º, 2º y 3º, el tamaño de las muestras fue 150 Kg por tratamiento. El periodo fue de dos meses, que actuaron la lombriz y los (M.E.) en procesar las excretas de vacuno para producir vermicompost. Se concluye mencionando que hubo alta eficacia en el proceso de elaboración con las Lombrices. Así mismo en los procedimientos el peso se incrementa y el

volumen disminuye con el aumento de la producción, para determinar ello hicimos los análisis del vermicompost de cada tratamiento durante y al término de la ejecución.

**Miraval (2019).** En su investigación, titulada: Elaboración de compost utilizando materia orgánica de cocina y estiércol de vacuno en la granja ecológica lindero, Tomayquichua, Ambo, Huánuco, Diciembre 2018 – Marzo 2019; su finalidad ha sido mostrar la eficacia de la materia orgánica de cocina y estiércol de vacuno, la investigación se instaló 3 tratamientos: T1 excretas de vacuno + RO + MO (EM), T2 excretas de vacuno + RO + Lactobacillus Lactis y el T3 el testigo de excretas de vacuno + RO.

Los resultados obtenidos en el análisis del compost en base seca más los ME muestran un porcentaje  $K_2O$  de 0,162, el % de Ca fue de 6.800, el % Mg fue de 2.430, el % de Ka 1.130 % y el % Na 1.360; el compost más Lactobacillus lactis tuvo un %  $P_2O_5$  de 0,157, un % de Ca 4.930, Mg 1.620 %, el K 1.040 % y K 1.190 %, y el compost testigo muestra un %  $P_2O_5$  de 0,156, un % de Ca 4.820, Mg 1.710 %, de K 0.860 % y Na 0.590 %; en conclusión se confirmó que los ME el Lactobacilos lactis son eficaces en la producción de compost usando MO (reciduos de cocina) y excretas de vacuno.

**Huata (2018).** Realizó el estudio de investigación “Determinación de la Relación Cantidad de Pre compost Utilizada Como Alimento de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) y Cantidad de Humus de Lombriz Obtenido en el Distrito Provincia y Región de Huánuco”, como “Determinación de la Relación Cantidad de Pre compost Utilizada Como Alimento de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) y Cantidad de Humus de Lombriz Obtenido en el Distrito Provincia y Región de Huánuco” Sobre el valor de transición del precompost a humus, mediante el proceso de digestión por las lombrices, como resultado se obtuvo valores de 82.22% en el T1, 78.33% en el T2 y 84.00% en el T3; finalmente se obtuvo de las de las tres muestras un promedio de 82.00%. En cuanto al tiempo de transformar el pre compost en humus la lombriz fue de un mes con 14 días para adquirir 30 Kg, quiere decir que del 1er

procedimiento las lombrices han digerido 682.gr por día. Las lombrices necesitaron 58 días en los otros procedimientos para consumir 40Kg, es decir han consumido 690 gr por día, y en dos meses y 7 días para consumir 50 kg, es decir consumían 746 gr por día. El tiempo de transición estuvo estrechamente relacionado con el peso de las lombrices, ya que las lombrices utilizadas en el estudio pesaban 1.4 gr y metabolizaban un promedio de 706 gramos de compost por día.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Vermicompostaje**

Es la tecnología que se basa en la estabilidad de la materia orgánica, mediada por la digestión de las lombrices y microorganismos, dando como resultado un producto final estable, homogéneo y de grano fino llamado compost de lombriz

(vermicompost), muy adquirido en el mercado.

Saavedra (2007). El vermicompostaje trata sobre un método de tratamiento que reducen la cantidad de residuos y los hace más valioso transformándolos en un producto beneficioso para el suelo.

Con estas tecnologías ayudamos a reducir la producción de residuos, al mismo tiempo nos provee un producto llamado

“vermicompost, o humus de lombriz”, con un alto contenido de nutrientes, beneficioso para la agricultura y jardines.

De esta forma se evita el transporte a largas distancias de estos residuos, se evita su desecho en las plantas tratamiento y se minimiza grandemente la contaminación ambiental y sus consecuencias. Otra ventaja del vermicompostaje es que las personas se involucran directamente en el tratamiento de sus residuos orgánicos, ahorrando en la compra de fertilizantes o abonos.

Dalzel (1991); describe el vermicompostaje como una técnica diseñada para convertir materiales orgánicos, mediante la digestión de las lombrices para producir vermicompost. La aplicación del producto resultante mejora las condiciones del suelo en cuanto a las características físico y químico. Esta característica es muy importante, porque las propiedades de este producto le permiten prevenir la degradación del suelo, aumentan la acción biótica, incrementa la fortaleza de las plantas frente a epidemias, pestes y otros. Este producto reconocido a nivel mundial por varios nombres según el fabricante. Se considera el mejor fertilizante orgánico. Dazlel (1991). Principalmente su composición es por Ca, O<sub>2</sub>, N, y H, igualmente los microorganismos. La cantidad de estos elementos dependen de las propiedades del sustrato donde se alimentarán las lombrices. Las lombrices de tierra consumen desechos en descomposición; en otras palabras, primero son digeridos por microorganismos particulares, convirtiéndolas en productos más fácilmente consumible para las lombrices.

Dalzel (1991). El vermicompost es un fertilizante enriquecido de hormonas vegetales, producto realizado por la digestión de los microorganismos, que activan los desarrollos biológicos de las plantas. Entre los estabilizadores de desarrollo tenemos:

- La Auxina, estiran las células germinales, aumentan el numero flores, incrementan el tamaño y numero de sus frutas.
  - La Gibberelina, promueve el crecimiento de la parte floral, incrementa la germinación y el tamaño de los frutales.
  - La Citoquinina, retarda el deterioro del tejido vegetal, facilitan el desarrollo de los tubérculos y el almacenamiento de almidón en estos.
- Dalzel (1991).

### **2.2.2. Rol del vermicompost en el suelo**

Dalzel (1991). Asegura que el vermicompost realiza un trabajo importante al aumentar el estado físico-químico y biológico del suelo, de esta forma:

- Aumenta la accesibilidad de N, P, K, Fe y S.
- Aumenta la eficacia de la fertilidad, de forma particular del N.
- Estabilizar las reacciones del terreno, esto se debe a su mejor función como tapa.
- Inactivar los desechos de insumos químicos para las plagas esto se debe a su función de absorber.
- Impide el desarrollo de microorganismos que deterioran a los vegetales.
- Aumentar su función, brindando desenvoltura a los suelos compactados, y juntando a los no compactos.
- Aumenta la permeabilidad y aireación.
- Disminuye el desgaste del terreno
- Incrementan la propiedad de retener de líquidos.
- Concede una pigmentación oscura en el suelo apoyando a la acumulación de la energía del sol.
- Estimula la acción microbiana por la fuente de energía,
- Incrementa la flora microbiana al haber condiciones perfectas de ventilación, permeabilidad, pH y otros.

### **2.2.3. Características y morfología de la lombriz rojas**

Las lombrices de especie *Eisenia foétida* posee una dimensión de 4 - 8 centímetros y aproximadamente de 3 y 5 mm, de diámetro no tienen

dentadura, por eso se alimentan absorbiendo su alimento. Los cuerpos de la lombriz se conforman por segmentos, anillos repetitivos con simetría y otorga fortaleza de unión en el momento de moverse. La lombriz posee cinco pares de corazones y dos (2) riñones, repartidos. Es por ello incluso si la cola de la lombriz se rompe, conserva la capacidad de su corazón y es capaz de seguir viviendo por que poseen funciones cardiacas. El clitelo es un órgano conocido de la lombriz ubicado en el primer tercio cerca de la cabeza. En su reproducción eliminando un líquido protege sus huevos. La aparición de clitelo nos permite determinar que las lombrices están maduras y listas para reproducirse.

(Ferruzi, 1986).

#### **2.2.4. Propiedades químicas**

Estos valores son típicos, y pueden variar ampliamente según los materiales utilizados para hacer el vermicompost. Sin, embargo al ser un producto natural su composición química no es fija. El vermicompost es rica en nutrientes, y produce de 5 a 6 veces más fertilizantes; Los estudios realizados con vermicompost en una variedad de especies vegetales, que han mostrado una mejora en la calidad y cantidad de cultivos en comparación con los fertilizantes con estiércol o abonos químicos. Los resultados luego de seis (6) años de pruebas mostraron que el incremento obtenido con vermicompost en el 1er año fue de 250%, el 2do año el 100% y el 3er año del 70%. En experimentos con hortalizas se obtuvieron berenjenas en 65 días, tomates en 55 días, y achicorias en 35 días.

Dalzel (1991).

**Tabla N° 1.***Cuadro de las propiedades químicas del vermicompost*

<b>Materia orgánica</b>	<b>65 - 70 %</b>	<b>Ph</b>	<b>6,8 - 7,2</b>
<b>Humedad</b>	40 - 45 %	Carbono Orgánico	14 - 30%
<b>Nitrógeno, como N<sub>2</sub></b>	1,5 - 2 %	Calcio	2 - 8%
<b>Fósforo como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2 - 2,5 %	Potasio como K <sub>2</sub> O	1 - 1,5 %
<b>Relación C/N</b>	10 – 11	Ácidos húmicos	3,4 - 4 %
<b>Flora bacteriana</b>	2 x 10 <sup>6</sup> colonias/gr	Magnesio	1 - 2,5%
<b>Sodio</b>	0,02%	Cobre	0,05%

**Nota:** Elaboración propia a partir del estudio de Dalzel (1991). En la Tabla 1, muestran resultados de las propiedades químicas del vermicompost, en un rango óptimo para recuperar y mejorar el suelo.

### **2.2.5. Microorganismos que participan en el vermicompostaje.**

En las etapas de producción de vermicompost, con las lombrices participan una variedad de micro-organismos, básicamente del género *Bacillus*, las bacterias y del género fúngica (Anastasi et al., 2005).

La acción de la lombriz y micro-organismos están principalmente ligados, ya que estos forman parte importante de la alimentación de las lombrices, por otro lado, las lombrices cambian los componentes físicos de los residuos, partes de la materia orgánica, lo cual incrementa la función de los microorganismos. Los cuales son consumidos por las lombrices ayudan a la descomposición de los residuos orgánicos durante su la digestión, aumenta la funcionalidad para consumir los nutrientes. (Edwards, et al 1998).

(Nogales et al, 2014). En diferentes sustratos orgánicos, debido a la interacción conjunta de microorganismos y lombrices y se obtiene la descomposición de los residuos, hasta, mineralizar, humidificar y estabilizar, para que los microorganismos culminen la descomposición del residuo recién excretado. *Recomendaciones:* fomentar el uso de bicicleta para desplazarse a lugares cercanos de casa o de la oficina. (Giudice, 2008).

#### **2.2.6. Residuos utilizables en el vermicompostaje.**

Hay una variedad de residuos que se pueden utilizar con éxito para producir vermicompost, emitidas por varias funciones y acciones de las empresas, los cultivos y las zonas urbanas. Aunque las diversas especies de lombrices se adapten, las funciones del suelo afectan de forma directa su desarrollo y la reproducción de esta especie. (Ferruzi 1986).

El volumen de desechos utilizados en las diversas clases de procesos para producción de vermicompost debería ser adecuada para que la población de lombrices se incremente durante el tratamiento. Estas se desarrollan exitosamente sin crear un exceso de nutrientes en el tratamiento en el que se desarrollan, esto se da debido a la posibilidad de microorganismos fuertes afecten negativamente a las lombrices cuando el residuo se agrega regularmente y en cantidad suficiente para dar tasa de reproducción y permita el desarrollo de la lombriz a lo largo del tratamiento. Para obtener resultados favorables en cuanto al desarrollo y producción de la lombriz, al añadir periódicamente los desechos, la proporción debe ser las correctas, y no intensificar la función de los microorganismos que podrían dañar negativamente a la lombriz (Fernández, 2011).

Existen varios tipos de desechos que podrían ser utilizados en los procedimientos para producir vermicompost. Cabe mencionar que los más utilizados en el estudio serían: las excretas, residuos vegetales y

otros similares (que procedan de jardines, agroalimentarios, paja de cereales, restos leñosos de poda, etc) (Fernández, 2011).

#### **a. Estiércoles**

Tradicionalmente se han utilizado diversos estiércoles de origen animal para alimentar a las lombrices y para hacer vermicompost, que se considera el mejor producto para estos fines. El uso de vermicompost en la instalación dependerá de las características del material. Por lo general estos son productos bien balanceados y enriquecidos nutricionalmente, tienen baja C/N, alrededor de 15, y es necesario una pre-composta, esto se debe a la presencia de semillas de plantas que existen dentro de exotérmicas que perjudicarían verdaderamente el desarrollo de las lombrices. Cuando se utiliza estiércol de pollo, conejo, cabra u oveja, se recomienda mezclar una gran cantidad de residuos sólidos, por a su pequeño tamaño de partícula, baja proporción y a su baja relación C/N. (Nogales et al., 2014).

#### **b. Desechos Orgánicos.**

Las estructura y cualidades de estos desechos dependen del estado de crecimiento de la especie cultivada, del momento de la recolección, de las partes del órgano vegetal del que se hable, el origen y la proveniencia del desecho.

Para el perfecto desarrollo de las lombrices, la mayor parte de los desechos de plantas necesitan una habilitación anticipada o pre-compost, puede ser suficiente pre-compost entre 2 y 4 semanas. Algunos de las grandes cantidades de residuos son:

- **Desechos de jardinería:** presentan gran vinculo C/N, cuando se trata de residuos de podacion. En césped, presenta las siguientes características: gran composición en N y una baja interrelación C/N. No es necesario echar altas porciones de ninguno de estos al vermicompost-.

- **Desechos cerealistas:** Según Van-Camp et al. (2004), el principal productor de desechos de cultivos concierne a este sector. Tienen mínimo contenido de humedad (10-15%), alto contenido en celulosa (30-50%), aproximadamente del 10% de lignina, también tiene un vínculo C/N muy elevada de (80-100). Estos residuos se utilizan para la producción de microorganismos. A lo largo de la creación del aparato vegetativo del hongo emplea grandes cantidades de polímeros, es por ello la utilización de los desechos de los cereales.
- **Residuos hortícolas:** Son residuos que se cosechan antes de la etapa de envejecimiento vegetal, tienen gran cantidad de humedad y de fácil degradación. Muestran un vínculo de C/N mínima (casi 15), esto se debe al contenido en N. Casi siempre, la celulosa y su contenido de 10 y 40%, en cuanto a la lignina de estos desechos son mínimas entre los desechos de cultivos.

(López y Boluda, 2008).

Los restos vegetales provenientes de viveros y jardinería, en los tratamientos para la producción de vermicompost se han realizado con éxito mediante la lombriz de género *Eisenia foétida* (Nogales et al., 2014).

### **c. Otros residuos.**

Además de los residuos como el estiércol y los desechos de plantas, siempre utilizados, igualmente se usan en la producción de vermicompost otros desechos, emitido o producido de área urbana y de las empresas.

- **Residuos de cocina:** Estos desechos de cocina son producto orgánico por su composición química (salinidad elevada) y el tamaño de sus partículas son complicados para ser consumidos por la lombriz. Aun cuando no interrumpen el sostenimiento de la población con actividad reproductora (Mamani et al., 2012).

- Residuos de agroindustria: Se producen abundante residuo orgánico, en las empresas agrícolas, allí destacan los alperujos. Así mismo se generan vegetales, del proceso de los restos de fruta no vendidos.
- Lodos de depuradora: proceden de la purificación de agua residual. También sobresalen los que son obtenidos por la purificación de aguas urbanas, de aguas residuales de lácteas y de aguas residuales de empresas papeleras. Así mismo, se trata también con otros residuos provenientes de la purificación de agua residuos al ser tratados y residuos de procesos agroindustriales (Nogales et al., 2014).

### **2.2.7. Cartón y sus tipos**

Es un producto que se adquiere desde de la posición de varias capas procesadas de papel, poseen fibras de celulosa sacadas de modo directo de las maderas o de los papeles reciclados. Aun cuando su principio sea el mismo, el cartón es diferente al papel porque es más grueso y más peso. El gramaje es el peso de un (1)  $m^2$  de papel y en gramos el cartón.

Los tipos de cartones más usados para empaques es el cartón corrugado por ser más resistente. Aunque, no es la única alternativa que sirve en el embalaje de materiales: además es usado el cartón compactado.

- **Cartón corrugado u ondulado**

Este tipo de cartón se configura a partir de dos elementos:

La flauta o medium: elaborada con una o varias láminas de papel corrugado que va colocada en la parte del centro.

Los liners: son láminas de cartón que van colocadas entrepuestas para que exista separación entre las capas de flautas.

Para obtener un cartón corrugado más grueso se colocarán más capas, el grosor depende del número de capas, podemos encontrar cartón corrugado simple de doble o triple espesor.

Como variante de este tipo de cartón estaría el cartón del tipo llamado nido de abeja, donde obtendrá una estructura hexagonal, parecida a la de un panel. El cartón corrugado sirve como separador en la parte interior de objetos frágiles durante su transporte, también es muy usado y preferido en la fabricación de carteles expositores o carteles de tamaño grande.

- **Cartón plegadizo**

El cartón plegable es un empaque sólido de bajo gramaje ideal para el embalaje de productos ligeros. Se realiza por medio de varias capas de papel prensada, comúnmente en su fabricación se utiliza mayormente el papel reciclado. Tiene bastante rigidez, muy utilizado y conocido en las empresas que fabrican cuadernos, también es muy conocida en la fabricación de la base para fabricar tableros de juegos de mesa.

- **Cartón Kraft**

Es una clase de papel grueso y basto de color marrón. En su fabricación se utiliza pasta química sin blanqueador, sometida a un rápido proceso de cocción. Son bastantes resistentes a los golpes y a romperse, entre otras acciones similares. El término más apropiado para este tipo de papel es el “Kraft” que significa “resistencia o fuerza”, es más resistente que otros tipos de papeles tradicionales. Ha sido creado por el alemán Carl F. Dahl. En 1879. Actualmente en todo el mundo es utilizada en el 80% de los papeles fabricados

- **Cartón no reciclable**

Las cajas de huevos o maples casi siempre están elaboradas de papeles y cartones reciclados. Estos son una de las materias primas principalmente utilizada en la fabricación de cajas, envases y embalajes,

en casi todas las industrias de producción y distribución a nivel del mundo.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Residuo;** también llamada sustancia, producto o sobra de una acción, que termino su vida útil, y es necesario ser desechado por la persona que utilizo durante su vida útil. Esto no quiere decir que el objeto o sustancia llamado residuo no pueda reutilizarse, el cual inclusive puede llegar a ser para otra persona un material de valor. El término “desecho” puede estar compuesta las alternativas de reutilizar, reciclar, tratamiento y disposición final; (Caurin, 2018).

**Residuo sólido domiciliario,** se determina como desecho o residuos orgánicos que se generan en los domicilios, restaurantes y de venta de alimento, hospedaje, escuelas, oficinas y en penitenciaria, así como también desechos que provienen de residuos de jardinerías y ferias libres. Por lo tanto, los residuos sólidos domiciliarios, emitidos poseen un doble componente, entre ellos la disposición a un relleno sanitario, y que sean reutilizados, o adquirir un producto nuevo, (MINAM 2010).

**Residuos orgánicos;** se biodegradan (se desmontan espontáneamente). Están poseen la cualidad de degradación de forma natural y brevemente, convirtiéndose en otra clase de residuo orgánico. Ejemplo: los restos de comida, cascaras de frutas y residuos de verduras, sus cáscaras. (Solís y Toro 2015).

**Residuos inorgánicos;** Por naturaleza y composición químicas se descomponen paulatinamente. La mayoría de estos son de procedencia natural mas no poseen la biodegradabilidad, por ejemplo, tenemos las botellas de Pcb. Normalmente el reciclaje se da de dos manera artificial y mecánica. En la mayoría de los casos es irrealizable su cambio y reutilización, esto pasa en el caso del tecnopor, que continuara vigente en los ecosistemas a lo largo de 500 años. Por otro lado, son dañinas y perjudiciales, (Solís y Toro 2015).

**Cartón;** Es un producto conocido por que además de ser accesible económicamente se emplea para empaquetar y envolver productos. A este uso habitual, se suma el termino de los envases de alimentos; también la cartulina aquellas que se utiliza en algún juego (Pérez y Gadey 2017)

**Compostaje;** Es la acción de descomponer las características y componentes de los residuos sólidos, que se colocan en manera controlada sobre suelos estratos orgánicos heterogéneos. Es un proceso biológico aerobio controlado, que accede a degradar y estabilizar los desechos orgánicos, en la cual se producen la reacción químicas, físicas y biológicas como alteraciones en la T°, pH, y la humedad, etc, (Tortosa 2008).

**Degradación del cartón;** la duración para degradar el papel y el cartón es de un (1) año. Al ser principalmente celulosa, su duración de degradar es muy poca. Así mismo, si se encuentra en un clima húmedo con lluvia y se ubica expuesto sobre el suelo, su biodegradación será más rápida. La dificultad se puede dar a causa de las tintas que posee el residuo.

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis General:**

HI: Existe diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 – 2021.

H0: No existe diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 – 2021.

## **2.5. SISTEMA DE VARIABLES**

### **2.5.1. Variable dependiente**

Aprovechamiento eficiente del cartón

### **2.5.2. Variable Independiente**

Producción de vermicompost.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### “PRODUCCION DE VERICOMPOST MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO EFICIENTE DEL CARTON GENERADOS COMO RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE HUANUCO, 2020-2021”.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos De La Investigación	Técnicas
Dependiente  Producción de vermicompost	Un abono de alta calidad y rico en nutrientes es el humus de lombriz (también conocido como vermicompost, del latín: vermis = gusano). Este sustrato negro es el producto de la descomposición de la materia orgánica por microorganismos y, en particular por las lombrices. Este abono de lombrices, rico en nutrientes valiosos, se utiliza como fertilizante para las plantaciones de cualquier producto agrícola y logra un aumento sostenible de la cosecha (sistema de recirculación y reciclaje en espacios estrechos)	Para la producción de vermicompost, se armará las vermicomposteras en cajas de tecnopor, luego se añadirá compost con hojas secas, y luego se procederá a su alimentación con residuos orgánicos y a la vez se añadirá cartón para su alimentación, todo ello para un aproximado de 100 lombrices por vermicompostera.	Características del Vermicompost	Físicos	% H M.O. pH Color	Ficha de análisis de las muestras de laboratorio	Observación
				Químicos	% N. P % Ca % Mg % Na % K % Fe ppm Cu ppm Zn ppm Mn ppm		
			Tiempo de producción	Días	30 – 60 -90 DIAS	Ficha de recolección de datos	Observación
			Cantidad de vermicompost producido	Peso	KG.	Ficha de recolección de datos	Observación
Independiente  Aprovechamiento eficiente del cartón	El aprovechamiento eficiente del cartón nos permite tener una economía baja en carbono, basada en el uso eficiente de los recursos naturales. Con ello el ambiente y los recursos que nos provén se ven beneficiados en muchos aspectos, eh ahí la importancia de este procedimiento.	Para demostrar el aprovechamiento eficiente del cartón por una vermicompostera se someterá a 4 tipos de cartón al proceso de alimentación de las lombrices, aquel cartón que sea consumido en el menor tiempo posible demostrará mayor eficiencia en su degradación.	Corrugado	Peso	KG	Registro de datos	Análisis estadístico
			Plegadizo				
			Kraft				
			Cartón no reciclable				
			Tiempo de degradación	Días en que se degrada	MESES		

Fuente: Tesisa

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se planteó fue de tipo Aplicada, porque se quería descubrir métodos o estrategias que nos permitan alcanzar un objetivo determinado, de aprovechamiento eficiente del cartón mediante la producción de vermicompost y disminuir la contaminación ambiental en la ciudad de Huánuco.

##### **3.1.2. Enfoque**

Según Sampieri; (2018) la presente investigación presentó un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) porque se recopilaron y analizaron datos de campo de la cantidad de residuos sólidos de cartón que utilice para la producción de vermicompost, la cantidad de vermicompost que se obtuvo y la explicación de los factores que intervinieron en la producción.

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

El nivel de investigación fue aplicado por que se intervino, pero no se trató de una participación deliberada al igual que en otros estudios, a lo cual se le denomina manipulación, sino se trató de una intervención a propósito por la necesidad de la humanidad objetiva. (Supo, 2014).

##### **3.1.4. Diseño de investigación**

Diseño de investigación fue pre experimental, donde no fue posible realizar mediciones repetidas y el evento de estudio se dio en una sola ocasión, este tipo de diseño contó con control paralelo y fue un estudio transversal. (Supo; 2020).

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. Población**

Este estudio no consideró la población de personas, razón por la cual no se ha utilizado fórmulas para determinar el cálculo de la población.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra que se empleó para esta investigación fue por conveniencia porque es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio usada para establecer muestras de acuerdo a la comodidad de acceso, en un intervalo de tiempo dado o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular. (Supo; 2020).

Para la investigación se instalaron 4 vermicomposteras ecológicas como muestras, las cuales se analizaron continuamente para visualizar la degradación del cartón por parte de las lombrices y se evaluaron parámetros físicos y químicos. Se tomó una (1) muestra de cada vermicompostera, en la etapa final para su respectivo análisis físico y químicos, en total se tomaron cuatro (4) muestras.

### **3.2.3. Tamaño de muestras**

Se consideraron el tamaño de muestras para la investigación cuatro (4) muestras con cantidades iguales de cartón 1 ½ kg de cada tipo de cartón (corrugado, plegadizo, crack y no reciclable) con 600gr de residuos sólidos orgánicos (cascaras de frutas, cascaras de tubérculo, café y verduras), para añadir nutrientes.

Se instaló cuatro (4) vermicomposteras, a cada una se le añadió ½ kg, de lombrices de especie (*Eisenia foétida*), para que mediante su digestión produzcan vermicompost, durante la ejecución que serán tres (3) meses.

### 3.2.4. Tratamientos en estudio

Se consideró (4) tratamientos en estudio que serán manejadas en la investigación:

V1: 250 gr Cartón Corrugado + 100gr de residuos orgánicos de cocina.

V2: 250 gr Cartón Plegadizo + 100gr de residuos orgánicos de cocina.

V3: 250 gr Cartón Kraft +100gr de residuos orgánicos de cocina

V4: 250 gr Cartón No reciclable + 100gr de residuos orgánicos de cocina.

**Tabla N° 2.**

*Cuadro de Número y tamaño de muestras*

Tratamientos	Clave	Numero de muestras	Tamaño de muestra (Kg)
1	V1	1	1kg ½ kg
2	V2	1	1kg ½ kg
3	V3	1	1kg ½ kg
4	V4	1	1kg ½ kg
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>6 Kg</b>

Nota. Elaboración propia

**Ilustración N° 1.**

*Diseño de los tratamientos en estudio*



Nota. Elaboración propia

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas que se empleó para la ejecución de la tesis fueron:

#### **3.3.1. Técnica: Observación de campo.**

La técnica de observación de campo son las que utiliza el tesista para relacionar la materia y fabricar por sí mismo la efectividad experimentada. Poseen el objetivo de recolectar información empírica acerca de la realidad del tema a estudiar (Rodríguez, 1982:60) y son beneficiosos para estudiar a fondo una figura en un determinado lugar.

En el proceso de la Investigación se realizó la técnica de Observación de campo durante tres (3) meses, cada cinco (5) días, en el cual se monitoreaba y realizaba el humedecimiento de las vermicomposteras para mantener la humedad adecuada y el consumo favorable del cartón por las lombrices. Son aquellos datos que salen del contacto directo con el experimento, durante su periodo, tomando nota cualquier suceso que se presenta en el campo.

Para procesar y analizar la investigación se seguirán los siguientes flujogramas descritos en 3 fases:

#### **A. FASE 1: Elaboración de la vermicompost**

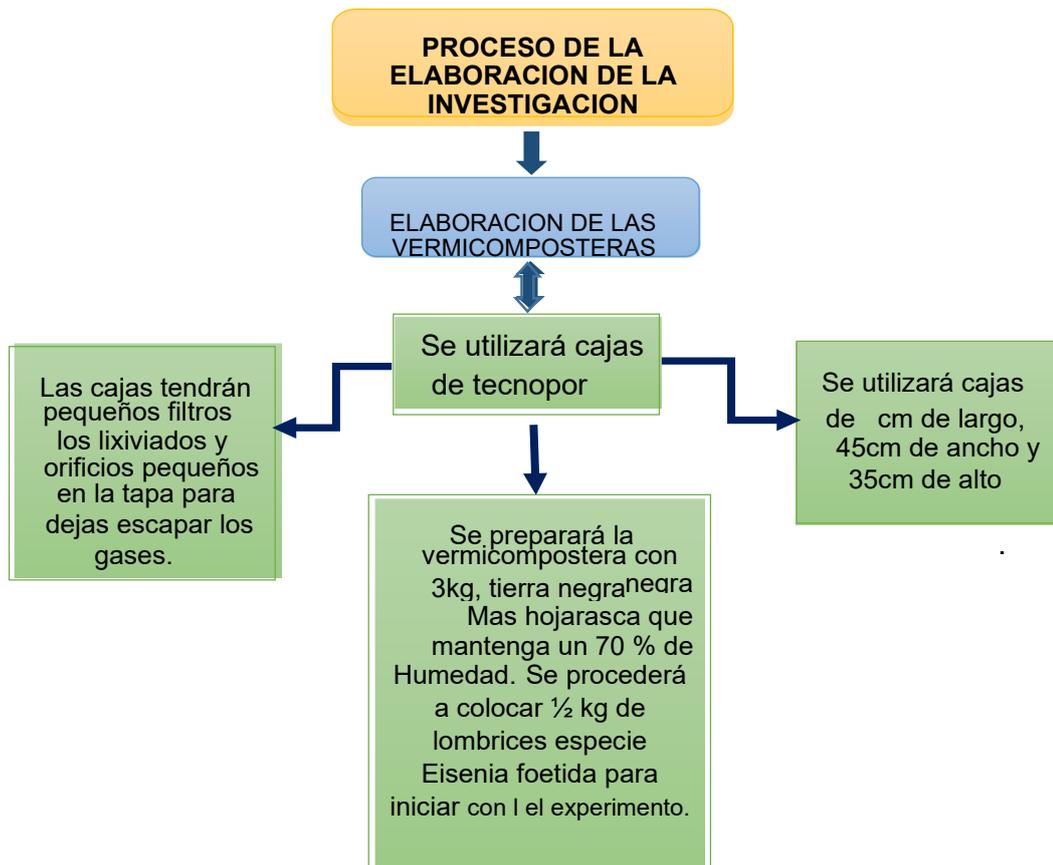
Para la elaboración de las vermicomposteras consideradas realizando las siguientes actividades:

- Se utilizó cuatro (4) cajas de tecnopor de medidas de 60 cm de largo, 45 cm de ancho y 40 cm de alto.
- A la caja se le hizo pequeños filtros y se puso una base para almacenar los lixiviados, igualmente en la parte de la tapa se hizo pequeños agujeros que dejaran escapar los gases.

- Se colocó a cada una de las vermicomposteras el roturado y la cantidad de tres (3) Kg de tierra negra más hojarasca.
- Una vez preparada la cama se realizó la siembra de lombrices colocando  $\frac{1}{2}$  kg de lombrices especies *Eisenia foétida* a cada una de las vermicomposteras, luego se procedió a colocar 250 gr, de cada tipo de cartón, cada 15 días para iniciar con el experimento. Estas se encargaron de transformar el cartón húmedo en vermicompost.

## Ilustración N° 2.

### FASE 1: Proceso de la elaboración de la Investigación



**Nota.** Elaboración propia. Muestra los procedimientos realizados para elaborar las 4 vermicomposteras.

## **B. FASE 2: Alimentación de las Lombrices**

- **Pesada de las muestras**

Se hizo la pesa de las muestras de los 4 tipos de cartón en la cantidad de 250 gr utilizando balanza, guantes y una regadera.

- **Pesado y colocado de los residuos orgánico**

Se realizo el pesado de 100 gr de residuos de cocina para ser colocados en cada una de las 4 vermicomposteras.

- **Humedecimiento del cartón**

Se humedeció el cartón con la finalidad de que esta sea más fácilmente consumida por las lombrices en el proceso de descomposición. Para esta actividad se utilizó una regadera, guantes y mascarillas.

- **Señalización de muestras**

Las muestras fueron señalizadas, colocándolas en cada una de las cajas de tecnopor un rotulo de cada tipo de cartón correspondientes.

- **Alimentación de las lombrices**

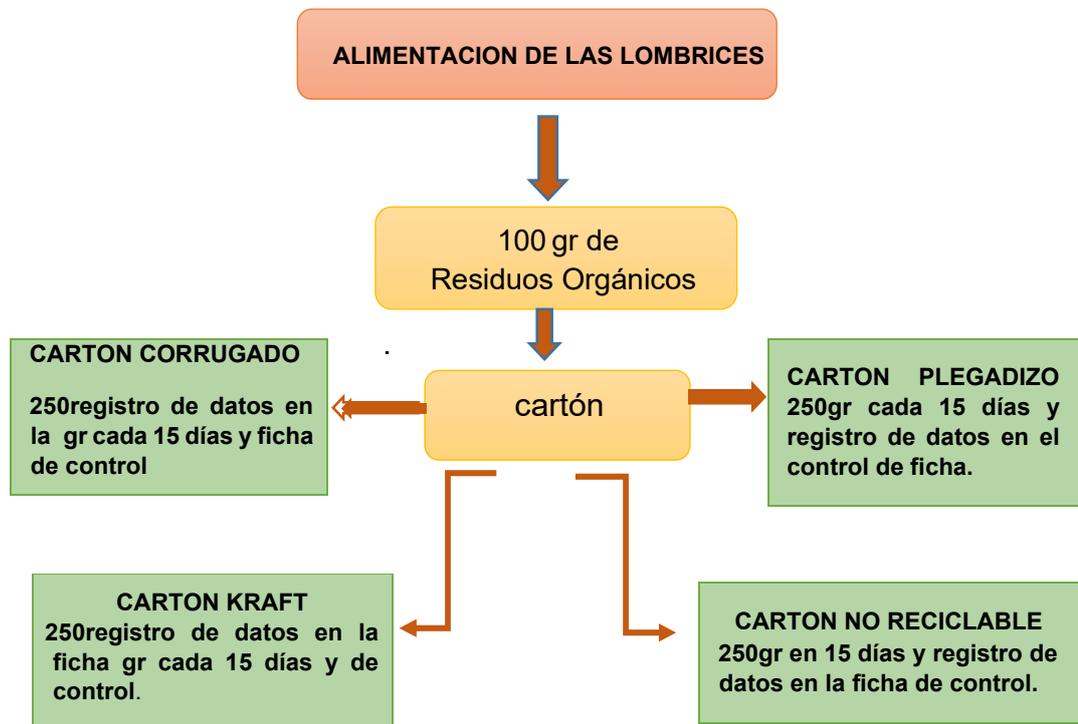
A las lombrices se les alimentó cada 15 días, con 250gr de cartón humedecido más 100 gr de residuos sólidos orgánicos (cascaras de frutas, cascaras de tubérculo, café y verduras).

- **Retiro y pesado del cartón no consumido por las lombrices**

Cada 15 días se realizaba el retiro y pesada del cartón no degradado o no consumido por las lombrices durante los 90 días. El mismo día se colocaba el alimento a las lombrices (cartón mas residuo orgánico). Los datos obtenidos se registraban en la ficha de control de degradación del cartón.

### Ilustración N° 3.

#### Fase II: Alimentación de las lombrices



Nota. Elaboración propia. Muestra que tipo de cartón se descompone más eficientemente bajo las mismas condiciones dadas a todos los tratamientos.

### C. FASE 3: Producción de Vermicompost

- **Separación de las lombrices de las vermicomposteras** Se colocó en la superficie del lado izquierdo de las vermicomposteras residuo sólido orgánico (cascaras de mango papaya y plátanos), con el objetivo de subir a las lombrices hacia la superficie del lado izquierdo. Cuando estas se encuentren en la superficie se procederá a retirarlas poniéndolos en un recipiente diferente. El proceso se repetirá muchas veces hasta lograr retirar todas las lombrices y obtener el humus liberado de las lombrices.

- **Recojo, pesada y registro de las muestras obtenidas**

Este proceso del recojo de las muestras se realizó en bolsas de polietileno debidamente rotulado, luego se procedió a realizar el pesado y finalmente se registró los valores en un cuadro matriz, para su posterior procesado.

- **Envío de las muestras al laboratorio para su análisis**

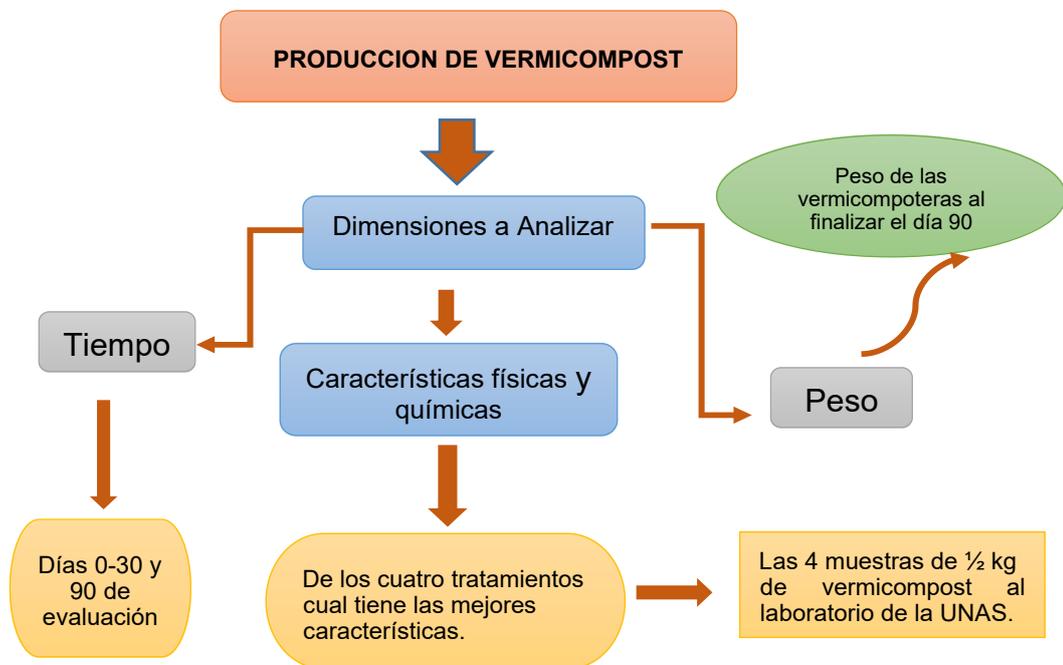
Se tomó un (1) Kg de vermicompost de cada tipo de cartones para los análisis físicos y químicos en el laboratorio de la UNAS.

- **Removido y secado del compost**

Al retirar las lombrices se dejaron el vermicompost en las cajas durante tres días, realizando el removido continuamente, con el objetivo de reducir la humedad hasta un 40%.

**Ilustración N° 4.**

*Fase III: Producción de vermicompost*



**Nota.** Elaboración propia. Flujograma donde se analiza la producción de vermicompost y las 4 muestras para enviar a laboratorio de la UNAS.

### **3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE FICHA DE REGISTRO DE DATOS**

#### **3.4.1. Técnica: Análisis estadístico**

Para el procesamiento y evaluación los datos obtenidos se realizaron través del programa SPSS26, para realizar la prueba de normalidad y para la presentación de los datos se recurrirá a la prueba de Tukey, ya que esta se constituye como una herramienta importante en la labor de investigación.

### **3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

#### **3.5.1. Ficha de análisis de las muestras de laboratorio**

Las fichas de análisis de las muestras para laboratorio brindan un vínculo escrito de los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio. Para los analistas hay varios tipos de fichas de trabajo, todos tienen las siguientes condiciones: la información fundamental requiere con anticipación su registro en la ficha para su consiguiente análisis. Cuando se hace la entrega de la ficha, la tesista debe haber puesto sus iniciales en ello. Inicialmente se completará en su totalidad de espacios en blanco de la ficha. (Estudio FAO: Alimentación y Nutrición - 14/14) (1996).

Se realizó el rotulado de las 4 muestras de cada tipo de cartón según corresponda, para ser remitos al Laboratorio de Análisis de suelos para el análisis de los parámetros físicos y químicos para determinar sus características.

#### **3.5.2. Ficha para el control de degradación del cartón**

En las fichas se tomaron nota del peso de cada tipo de cartón introducida en cada vermicompostera, y del peso del cartón No consumido por las lombrices durante 90 días (3 meses), el monitoreo se realizaba cada 15 días.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. Resultados del vermicompost obtenido durante 90 días

**Tabla N° 3.**

*Cuadro de producción de vermicompost*

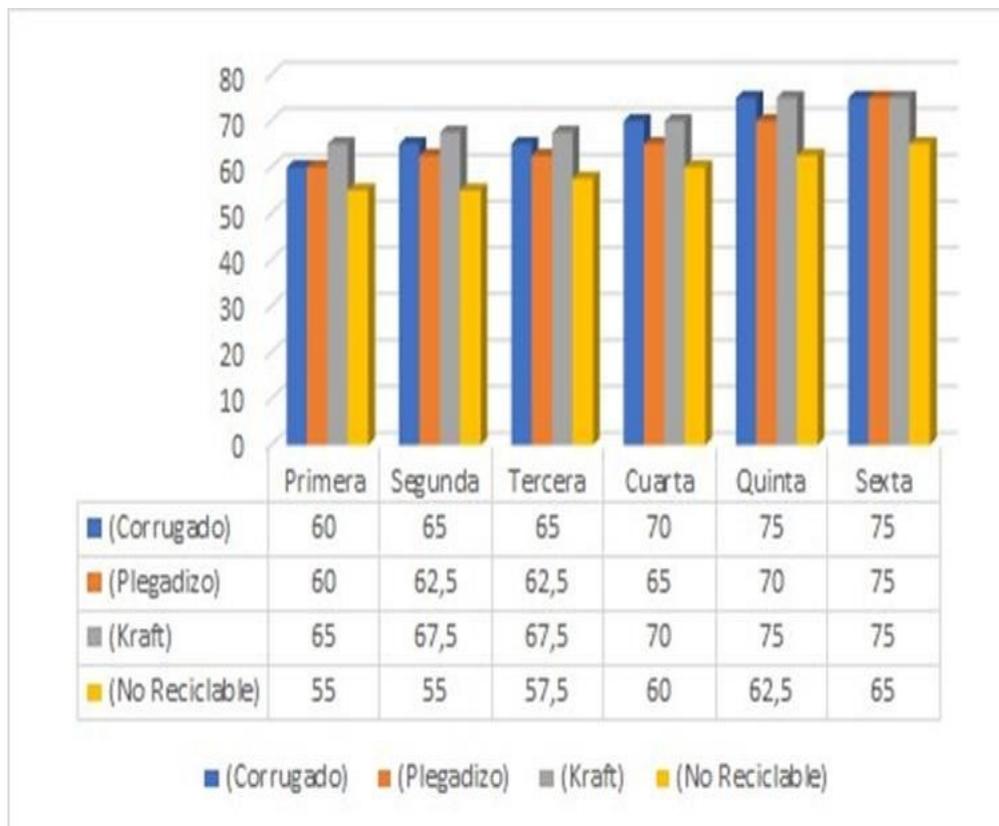
Medición	VC.1	VC.2	VC.3	VC. 4
	(Corrugado)	(Plegadizo)	(Kraft)	(No Reciclable)
1	60	60	65	55
2	65	62,5	67,5	55
3	65	62,5	67,5	57,5
4	70	65	<b>70</b>	60
5	75	70	75	62,5
6	75	75	75	65
Sumatoria	410	395	420	355
Promedio	68,33	65,83	<b>70,00</b>	<b>59,17</b>
Error estándar	2,47	2,30	1,71	1,67
L.I. 95% NC	61,98	59,93	65,61	54,88
L.S. 95% NC	74,69	71,74	74,39	63,45

**Nota:** Elaboración propia a partir de mediciones realizadas. En la *Tabla 3*, se observa la cantidad de vermicompost, la mayor cantidad obtenida ha sido del **cartón Kraft** con **420 gamos** de vermicompost y con un promedio de **70.00** y en menor cantidad de vermicompost se obtuvo del Cartón **No Reciclable** con **355 gramos** con un promedio de **59,17**.

Se muestra además los intervalos de confianza de los valores estimados en cuanto a la producción del vermicompost por cada tipo de cartón.

### Ilustración N° 5.

Cantidades de vermicompost obtenidas durante 3 meses



**Nota.** Elaboración propia a partir de la recolección de datos de la ficha de producción de vermicompost durante 3 meses; donde se muestran las gráficas de barras de color azul que representa al cartón corrugado, el color naranja el cartón plegadizo, el color plomo el cartón Kraft y el amarillo el cartón no reciclable.

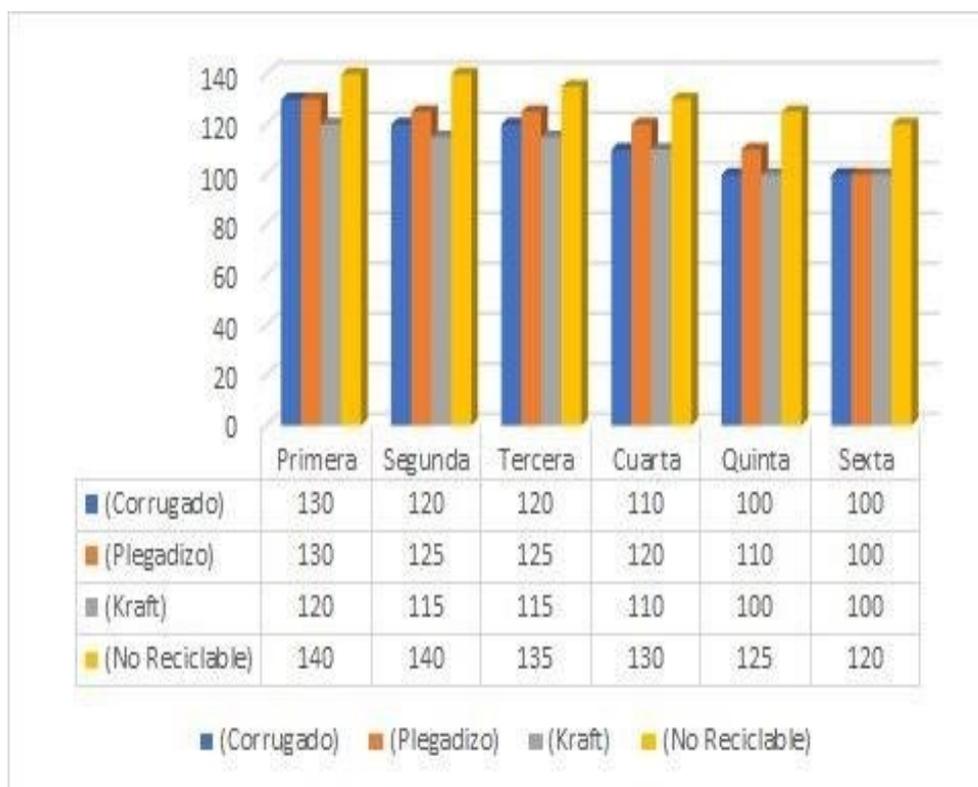
**Tabla N° 4.***Cuadro de cartón no procesado*

Medición	VC.1	VC.2	VC.3	VC. 4
	(Corrugado)	(Plegadizo)	(Kraft)	(No Reciclable)
1	130	130	120	140
2	120	125	115	140
3	120	125	115	135
4	110	120	110	130
5	100	110	100	125
6	100	100	100	120
Sumatoria	680	710	660	790
Promedio	113,33	118,33	<b>110,00</b>	<b>131,67</b>
Error estándar	4,94	4,59	3,42	3,33
L.I. 95% NC	100,62	106,52	101,22	123,10
L.S. 95% NC	126,04	130,14	118,78	140,24

**Nota:** Elaboración propia a partir de mediciones realizadas. En la *Tabla 4*, se tiene como resultado que la mayor cantidad de cartón sobrante proviene del cartón **No reciclable** con **790 gamos** y con un promedio de **131.67**, es decir este tipo de cartón ha sido el menos consumido por las lombrices. Del cartón **Kraft** se obtuvo menor cantidad de cartón no procesado que cualquiera de los otros cartones, con un peso de **660 gramos** y un **promedio de 110**, es decir que las lombrices lo han consumido en mayor cantidad que los demás tipos de cartones. La tabla muestra además los valores estimados de los intervalos en los que se encontrarían la cantidad de gramos de cartón no procesadas.

## Ilustración N° 6.

### Cantidades de cartón No procesado



**Nota.** Elaboración propia a partir de la recolección de datos de la ficha de cartón No procesado durante 3 meses. La gráfica de barras de color plomo muestran la menor cantidad de cartón no procesado correspondiente al cartón Kraft y el color naranja muestra la mayor cantidad de cartón no procesado correspondiente al cartón no reciclable, en ambos casos durante los 3 meses.

**Tabla N° 5.***Resultado de los análisis de los parámetros físicos*

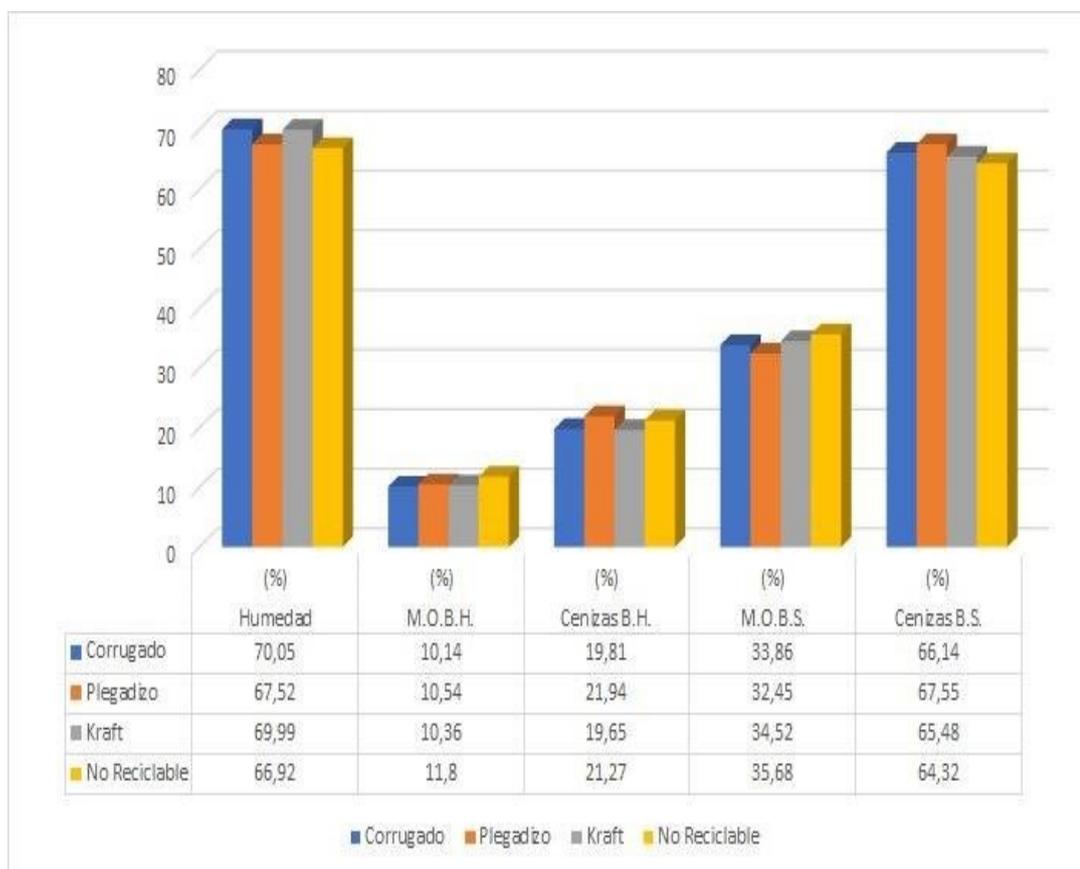
<b>Cartón</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>M.O.B.H. (%)</b>	<b>Cenizas B.H. (%)</b>	<b>M.O.B.S. (%)</b>	<b>Cenizas B.S. (%)</b>
Kraft	<b>70,05</b>	10,14	19,81	33,86	66,14
Corrugado	67,52	10,54	<b>21,94</b>	32,45	<b>67,55</b>
Plegadizo	69,99	10,36	19,65	34,52	65,48
No Reciclable	66,92	<b>11,8</b>	21,27	<b>35,68</b>	64,32

Fuente: Resultados del Laboratorio de análisis de suelo, aguas y ecotoxicología de la Universidad Agraria de la Selva.

**Nota:** Elaboración propia a partir de los Resultados del Laboratorio de análisis de suelo, aguas y ecotoxicología de la Universidad Agraria de la Selva. En *la tabla 5*, se aprecia los resultados del Laboratorio de análisis de suelo, que en el cartón Kraft se ha encontrado la mayor cantidad de Humedad con (70.05%), mientras que la mayor cantidad de materia orgánica en base húmeda se encontró en el cartón no reciclable con (11.8%), igualmente se encontró una mayor cantidad de materia orgánica en base seca en este mismo tipo de cartón con (35.68%). En cuanto a la cantidad de cenizas en base húmeda, la mayor cantidad se dio en el cartón corrugado con (21.94%), igualmente se encontró una mayor cantidad de cenizas en base seca en este mismo tipo de cartón con (67.55%).

## Ilustración N° 7.

### Parámetros físicos del vermicompost



**Nota.** Elaboración propia a partir de la recolección de datos de la ficha de los parámetros físicos del vermicompost obtenido durante 3 meses de los 4 tipos de cartón. La gráfica de barras muestra valores altos en los parámetros físicos de Humedad y Cenizas Base seca en los 4 tipos de cartón, los valores más bajos se dan en los parámetros de Materia Orgánica base húmeda, en los 4 tipos de cartones.

**Tabla N° 6.***Resultado de los análisis de los parámetros químicos*

Cartón	Porcentaje (%)						Partes por millón (ppm)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	Na	K	Cu	Fe	Zn	Mn
Kraft	2,12	<b>2,15</b>	<b>0,76</b>	0,086	<b>0,101</b>	0,714	24	8918	202	489
Corrugado	1,79	2,09	0,73	0,084	0,098	<b>0,720</b>	32	8932	199	464
Plegadizo	1,87	2,11	<b>0,76</b>	<b>0,087</b>	0,093	0,599	24	<b>9162</b>	203	491
No Reciclable	<b>2,87</b>	2,4	0,75	<b>0,087</b>	0,085	0,478	<b>55</b>	9131	<b>239</b>	<b>555</b>

**Fuente:** Resultados del Laboratorio de análisis de suelo, aguas y ecotoxicología de la Universidad Agraria de la Selva.

**Nota:** Elaboración propia a partir de los Resultados del Laboratorio de análisis de suelo, aguas y ecotoxicología de la Universidad Agraria de la Selva. En la *Tabla 6*, se aprecia que, el cartón Kraft destaca por encontrarse en mayor cantidad P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2.15%), Ca (0.76%) y Na (0.101%), por su parte, el cartón Corrugado, solo destaca en una mayor cantidad de K (0.72%). El cartón Plegadizo destaca en mayor cantidad de Ca (0.76%), Mg (0.087%) y en Fe (9162 ppm). Finalmente, el cartón No reciclable, destaca en mayor cantidad de N (2.87%), Mg (0.087%), Cu (55%), Zn (239 ppm) y Mn (555 ppm).

**Tabla N° 7.***Prueba de normalidad de la variable en estudio*

Cartón	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Corrugado	0,209	6	0,200*	0,907	6	<b>0,415</b>
Plegadizo	0,226	6	0,200*	0,905	6	<b>0,404</b>
Vermicompost Kraft	0,225	6	0,200*	0,876	6	<b>0,252</b>
No Reciclable	0,180	6	0,200*	0,920	6	<b>0,505</b>

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

**Nota:** Elaboración propia a partir de análisis estadísticos realizados. En la *Tabla 7*, se tienen los resultados de la normalidad, evaluados en cada grupo, en la que se aprecia que, en función a la significancia bilateral, cada uno de ellos obtiene 0.2000 según Kolmogorov-Smirnov, corregida por Lilliefors, lo cual es superior a 0.05, por lo que se concluye que todos los grupos estudiados presentan normalidad en sus datos, por lo que es pertinente pensar en usar una prueba paramétrica para el análisis. *La prueba paramétrica considerada y ajustada a esta necesidad corresponde al Análisis de Varianza con un factor Inter sujetos*. Shapiro-Wilk, nos muestra los mismos resultados en cuanto a la evaluación de la normalidad.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Seguidamente, se sugiere el desarrollo de la contrastación de hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% tomando en cuenta que el procedimiento estadístico es el Análisis de la Varianza con un factor inter sujetos, para evaluar si existe diferencia entre los grupos en estudio.

### Hipótesis:

H1: Existe diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 – 2021.

H0: No existe diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 – 2021.

### Tabla N° 8.

#### *Análisis de Varianza con un factor inter sujetos*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor.
Entre grupos	408,333	3	136,111	5,312	<b>0,007</b>
Dentro de grupos	512,500	20	25,625		
Total	920,833	23			

Fuente: Elaboración propia

Elaboración propia a partir de análisis estadísticos realizados. En la Tabla 8 nos muestra, mediante un p-valor de 0.007, que es inferior al nivel de significancia de 0.05, que existe diferencias entre los grupos. Con ello, podemos señalar que se acepta la hipótesis de investigación que señala que existe diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos. Para poder evidenciar en donde se encuentran esas diferencias, se muestra la tabla a continuación.

**Tabla N° 9.***Comparaciones múltiples con la prueba de Tukey*

(I) Cartón	(J) Cartón	Error estándar	p-valor	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Corrugado	Plegadizo	2,92261	0,827	-5,6802	10,6802
	Kraft	2,92261	0,940	-9,8469	6,5135
	No reciclable	2,92261	<b>0,025</b>	,9865	17,3469
Plegadizo	Corrugado	2,92261	0,827	-10,6802	5,6802
	Kraft	2,92261	0,499	-12,3469	4,0135
	No reciclable	2,92261	0,136	-1,5135	14,8469
Kraft	Corrugado	2,92261	0,940	-6,5135	9,8469
	Plegadizo	2,92261	0,499	-4,0135	12,3469
	No reciclable	2,92261	<b>0,007</b>	2,6531	19,0135
No reciclable	Corrugado	2,92261	0,025	-17,3469	-,9865
	Plegadizo	2,92261	0,136	-14,8469	1,5135
	Kraft	2,92261	0,007	-19,0135	-2,6531

Fuente: Elaboración propia

Elaboración propia a partir de análisis estadísticos realizados. En la Tabla 9 nos muestra que grupos presentan diferencias en cuanto a la producción de vermicompost, ello lo podemos identificar en la columna del p-valor, cuando el p-valor es inferior a 0.05, entonces existe diferencias. Bajo esa premisa, encontramos que existe diferencia entre la producción de vermicompost con cartón corrugado y el cartón no reciclable. Del mismo modo, observamos que existe diferencia entre la producción de vermicompost con cartón Kraft y el cartón no reciclado. En todos los demás casos, se establece que no existe diferencia en la producción de vermicompost, por cuanto el p-valor supera a 0.05.

En la Tabla 3, nos indicaba ya que la mayor producción de vermicompost se daba con el cartón Kraft, con un promedio de 420 gr, seguido del cartón

corrugado, con un promedio de 410 gr. Sin embargo, estadísticamente, no existe diferencia entre la cantidad de vermicompost que se produce con cartón Kraft y con cartón corrugado.

## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Contrastación de los resultados

**Con respecto al Objetivo General:** Demostrar la diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 -2021.

Se ha encontrado como resultado que existe diferencia entre la producción de vermicompost con **cartón Kraft** y el **cartón no reciclable**, obteniendo un mejor resultado con mayor cantidad de vermicompost producido en peso con el cartón Kraft con un peso de **420 gr** de vermicompost, mientras que con el cartón no reciclable se obtuvo **355 gr** de vermicompost. Igualmente existe diferencia entre la producción de vermicompost con **cartón corrugado** y el **cartón No reciclable**, teniendo mejor resultado con mayor cantidad de vermicompost producido con el cartón corrugado con **410 gr** de vermicompost y en menor cantidad el cartón No reciclable con **355 gr** de vermicompost.

Con respecto a la producción de vermicompost **Huata (2018)**, determinó que en los resultados se observan las diferencias que existen entre las muestras M1 y la M2, hay una diferencia de 6.60 Kg. Entre la M2 y la M3 hay una diferencia de 10,67 kg y entre la M1 y M3 una diferencia de 17.33 kg. Estas diferencias de pesos se deben a que utilizó muestras de compost diferentes en peso de 10 y 20 kg entre las tres muestras.

Los resultados del presente estudio concuerdan con **Huata (2018)** porque en sus resultados de las muestras existen diferencias en peso entre sus muestras en cuanto a la producción de vermicompost expresado en kilogramos.

**Reynoso (2020)**, en cuanto a la producción de vermicompost encontró existe diferencia entre los dos tratamientos, mayor cantidad y mejor

calidad obtuvo con las lombrices californianas con 100.8 Kg, a diferencia que con los microorganismos eficientes con 80.0 Kg,

Los resultados del presente estudio concuerdan con **Reynoso (2020)** porque en los resultados obtenidos existe diferencia en peso en cuanto a la producción de vermicompost, entre el tratamiento 1 y el tratamiento 2.

**Amaya, Vega y Ortiz; (2020);** encontró que existe diferencia en producción de vermicompost entre los tratamientos, T1:62 gr, T2:83 gr, T3:84 gr, T4:89.33 gr, y T5:51.66, en mayor cantidad con 89,33 gr, y en menor cantidad el T5 con 51.667 gr, realizado con residuos de papel tisú.

Los resultados del presente estudio concuerdan con **Amaya, Vega y Ortiz; (2020);** porque en los resultados obtenidos existe diferencia en peso en cuanto a la producción de vermicompost, entre los 5 tratamientos.

**Con respecto al objetivo Especifico 1:** Determinar cantidad de humus de lombriz producido a los 3 meses de evaluación en cada una de las vermicomposteras.

Se ha encontrado como resultado que la mayor cantidad de vermicompost de lombriz producido a los 3 meses fue con en mayor cantidad el cartón Kraft, con 420 gr, seguido del cartón corrugado, con 410 gr, el cartón plegadizo con 395 gr, y en menor cantidad el cartón No reciclable con 355 gr.

**Amaya, Vega y Ortiz; (2020);** determino la cantidad de producción de vermicompost entre los tratamientos, T1:62 gr, T2:83 gr, T3:84 gr, T4:89.33 gr, y T5:51.66, en mayor cantidad con 89,33 gr, y en menor cantidad el T5 con 51.667 gr, durante 4 meses.

Los resultados del presente estudio difieren con **Amaya, Vega y Ortiz; (2020);** porque los resultados obtenidos fueron T1:62 gr, T2:83 gr, T3:84 gr, T4:89.33 gr, y T5:51.66 y lo desarrolló en mayor tiempo (4 meses), utilizando residuos de papel tisú.

**Con respecto al objetivo Especifico 2:** Determinar el peso de cartón no degradado en cada una de las vermicomposteras.

Los pesos obtenidos del cartón no degradado o no consumido por las lombrices en cada una de las vermicomposteras son: del cartón Corrugado con 680 gr de cartón no degradado, del cartón Plegadizo 710 gr de cartón no degradado, en menor cantidad fue el cartón Kraft con 660 gr de cartón no degradado, y la mayor cantidad de cartón no degradado fue con el cartón No reciclable con 790 gr de cartón no degradado. Siendo el cartón no reciclable el menos consumido por las lombrices o con mayor cantidad de cartón no degradado.

**Con respecto al objetivo Especifico 3:** Determinar los parámetros físicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón.

Se obtuvo como resultado que, en el cartón kraft se ha encontrado la mayor cantidad de Humedad con (70.05%), y en menor cantidad de Humedad en el cartón No reciclable con (66,98 %); mientras que la mayor cantidad de materia orgánica en base húmeda se encontró en el cartón no reciclable (11.8%), y en menor cantidad de dio en el cartón Kraft con (10,14%); igualmente el cartón No reciclable en mayor cantidad en cuanto a materia orgánica en base seca con (35.68%) y en menor cantidad se encontró en el cartón corrugado con (32,45%). En cuanto a la cantidad de cenizas en base húmeda, la mayor cantidad se dio en el cartón corrugado (21.94%) y menor cantidad en el cartón plegadizo con (19,65%), igualmente se encontró una mayor cantidad de cenizas en base seca en el cartón corrugado con (67.55%) y en menor cantidad en el cartón No reciclable con (64,32%).

**Amaya, Vega y Ortiz; (2020);** determinó los parámetros físicos del vermicomicompost, el valor obtenido de pH para las determinaciones realizadas (pH = 6.82), se puede inferir que es un material con buena estabilidad (cercano a pH 7) lo que influye en que haya una buena disponibilidad de nutrientes.

Los resultados del presente estudio difieren con **Amaya, Vega y Ortiz; (2020)**; porque en los resultados obtenidos utilizó residuos papeleros con excretas.

**Con respecto al objetivo Especifico 4:** Determinar los parámetros químicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón.

Se aprecia que, el cartón corrugado destaca por encontrarse con mayor cantidad de  $P_2O_2$  (2.15%), Ca (0.76%) y Na (0.101%), por su parte, el cartón plegadizo, solo destaca en una mayor cantidad de K (0.72%). El cartón Kraft destaca en mayor cantidad de Ca (0.76%, Mg (0.087%) y en Fe (9162 ppm). Finalmente, el cartón no reciclable, destaca en mayor cantidad de N (2.87%), Mg (0.087%), Cu (55%), Zn (239 ppm) y Mn (555 ppm).

**Amaya, Vega y Ortiz; (2020)**; determinó los parámetros químicos del vermicompost obtenido como resultado un porcentaje de carbono orgánico (39.20%), un nivel alto de Nitrógeno (3,98 %), en cuanto a los contenidos de K, Ca, y Mg estos se encuentran dentro de los rangos normales. La relación Ca: Mg en el material analizado, se consideró alta favorable para el desarrollo de cultivos, y los contenidos de Na y Zn se obtuvieron valores bajos.

Los resultados del presente estudio difieren con **Amaya, Vega y Ortiz; (2020)**; porque en los resultados obtenidos utilizó residuos papeleros.

## CONCLUSIONES

**Con respecto al objetivo general,** Demostrar la diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 2021, se concluye que existe un mejor resultado en la producción de vermicompost con el cartón corrugado y el cartón Kraft esto se determinó con un nivel de significancia de 5%.

**Con respecto al objetivo Especifico 1:** Determinar cantidad de humus de lombriz producido a los 3 meses de evaluación en cada una de las vermicomposteras, se concluye que se obtuvo la cantidad de humus de lombriz producido con el cartón Kraft, fue de 420 gr, seguido del cartón corrugado, con 410 gr, el cartón plegadizo con 395 gr, y el cartón No reciclable con 355 gr.

**Con respecto al objetivo Especifico 2:** Determinar el peso de cartón no degradado en cada una de las vermicomposteras, se concluye que el peso del cartón no degradado en mayor cantidad fue del cartón No reciclable con 131.67 gr en promedio. El cartón Kraft se encontró en menor cantidad que cualquiera de los otros cartones, con un promedio de 110 gr.

**Con respecto al objetivo Especifico 3:** Determinar los parámetros físicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón, se concluye que los parámetros físicos que se obtuvieron en el vermicompost son: en el cartón corrugado se ha encontrado la mayor cantidad de Humedad (70.05%), mientras que la mayor cantidad de materia orgánica en base húmeda se encontró en el cartón no reciclable (11.8%), igualmente se encontró una mayor cantidad de materia orgánica en base seca en este mismo tipo de cartón (35.68%). En cuanto a la cantidad de cenizas en base húmeda, la mayor cantidad se dio en el cartón plegadizo (21.94%), igualmente se encontró una mayor cantidad de cenizas en base seca en este mismo tipo de cartón (67.55%).

**Con respecto al objetivo Especifico 4:** Determinar los parámetros químicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón, se concluye que los parámetros químicos que se obtuvieron en el vermicompost destacan el cartón corrugado por encontrarse en mayor cantidad P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (2.15%), Ca (0.76%) y Na (0.101%), por su parte, el cartón plegadizo, solo destaca en una mayor cantidad de K (0.72%). El cartón Kraft destaca en mayor cantidad de Ca (0.76%, Mg (0.087%) y en Fe (9162 ppm). Finalmente, el cartón no reciclable, destaca en mayor cantidad de N (2.87%), Mg (0.087%), Cu (55%), Zn (239 ppm) y Mn (555 ppm).

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio sobre la “Eficiencia de humus de cartón Kraft en el vivero de la municipalidad de Amarilis – Huánuco”.
- Se recomienda realizar un estudio sobre “Análisis comparativo de la calidad de vermicompos producido a partir del cartón Kraft y el cartón corrugado, empleando la lombriz roja *Eisenia foétida*”.
- Se recomienda a las autoridades municipales, la ejecución de este proyecto a gran escala, con el objetivo de reducir la contaminación por cartones corrugados y cartón kraft como residuos sólidos, obtener un producto beneficioso como el humus y a la vez generar ingresos.
- Se recomienda a la Universidad de Huánuco ejecutar este proyecto en un lugar estratégico, para obtener humus de cartón mediante las lombrices rojas, para los jardines de la universidad.
- Se recomienda tener presente si se tuviera que realizar otra vez este estudio, lo siguiente: mantener la humedad al 70 %, una temperatura de 15-20C°, y un PH de 5 a 9 en las vermicomposteras, Así como también Mantenerlo en sombra por que los rayos del sol directamente afectan a las lombrices para mejores resultados.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Anastasi, A., Varese, G.C., Filipello Marchisio, V., 2005. *Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost*. Mycologia 97, 33-44.
- Cabrera, V.C (2016). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima. Peru. Pp. 91
- Dalzel, H.W. (1991). *Manejo del suelo, producción y uso del vermicompostaje en ambientes tropicales y subtropicales*. Roma: Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.
- Edwards, C.A., Arancon, N.Q. y Greytak, S. (2006). *Effects of vermicompost teas on plant growth and disease*. Biocycle, Pg 47.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J. (1996). *Biología y ecología de las lombrices de tierra*. Londres: Champman y Hall.
- López, M.J. y Boluda, R. (2008). *Residuos Agrícolas En: Moreno, J. y Moral, R. (Eds.). Compostaje. (pp. 489-518)*. Madrid: Mundi\ Prensa.
- Miraval T, A.A (2019). *Elaboración de compost utilizando materia orgánica de cocina y estiércol de vacuno en la granja ecológica lindero, Tomayquichua, Ambo, Huánuco, diciembre 2018 – marzo 2019*.  
*Universidad de Huánuco*. Tesis para obtención de título profesional.  
Huánuco Perú. Pp.
- Nogales, R., Romero, E., Fernández, M.J. (2014). *Vermicompostaje: Procesos, productos y aplicaciones*. Madrid: Mundi- Prensa.
- Paredes Cancino, D.E. (2014). *Influencia de la materia orgánica, utilizado en la producción de humus de lombriz, Eisenia foetida, en el vivero, Parque Zoológico Turístico Nacional Quistococha, Iquitos – Perú*

- Peralta Medina, Juan Alberto. (2016). *Vermicompostaje utilizando Eisenia Foetida y bioabonos para la reducción de Huevos de Helminto de lodos residuales - planta de tratamiento CITRAR 2016*". Tesis. Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú
- Saavedra, M. 2007. *Biodegradación de alperujo utilizando hongos del género Pleurotus y anélidos de la especie Eisenia foetida*. Tesis doctoral de la Universidad de Granada. Directores: Dres R. Nogales y E. Benítez.
- Sánchez Mendoza. (2018). *Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, Eisenia foetida y Lumbricus sp., en la provincia de Arequipa*. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Pg 97.
- Villegas, V.M y Laines, J .R (2017). *Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos*. División Académica de Ciencias Básicas, Universidad Popular de la Chontalpa. Tabasco. Mejico

## **ANEXOS**

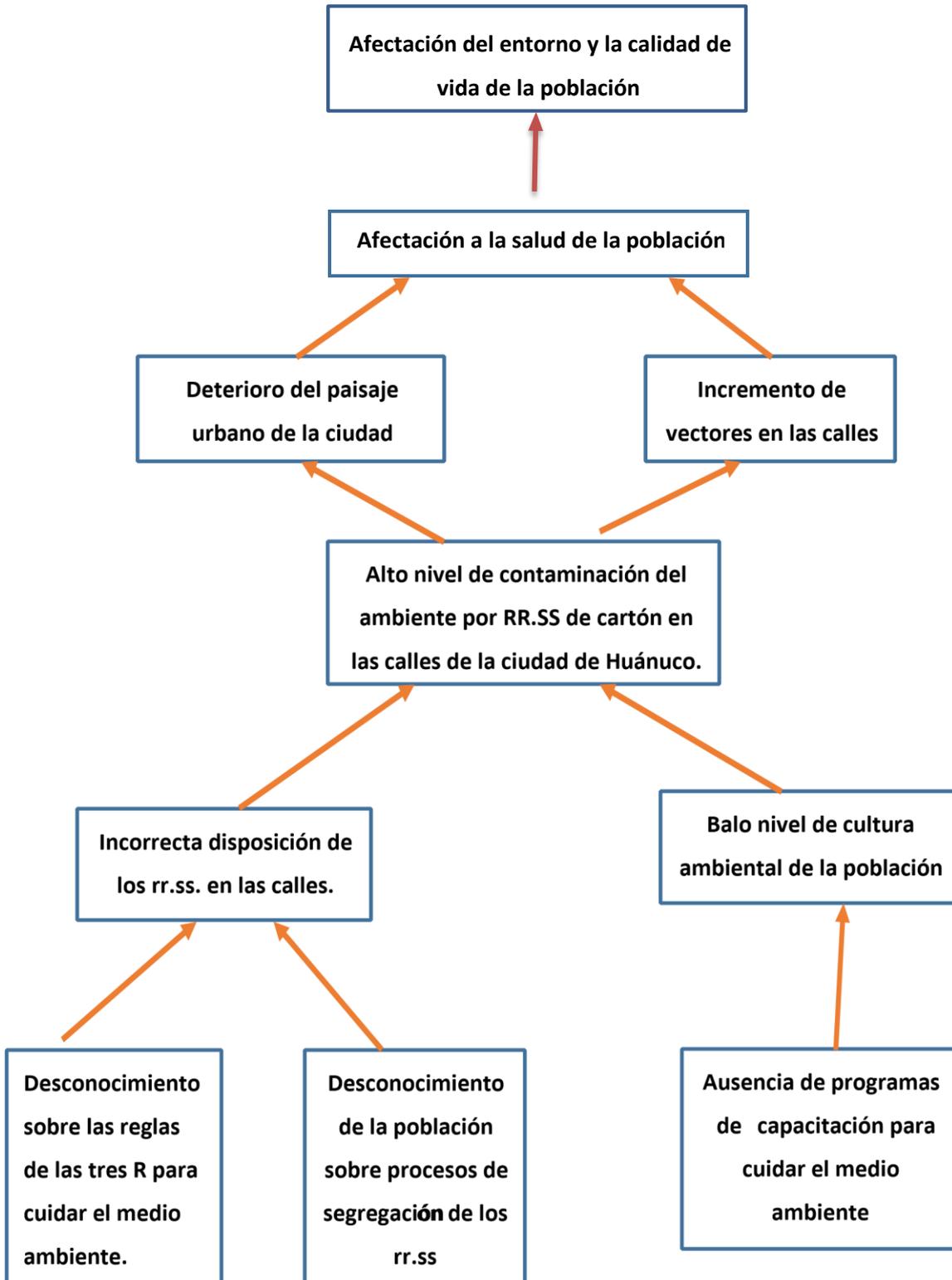
## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### “Producción de Vermicompost mediante el Aprovechamiento eficiente del cartón como residuo sólido en la ciudad de Huánuco; 2020-2021”

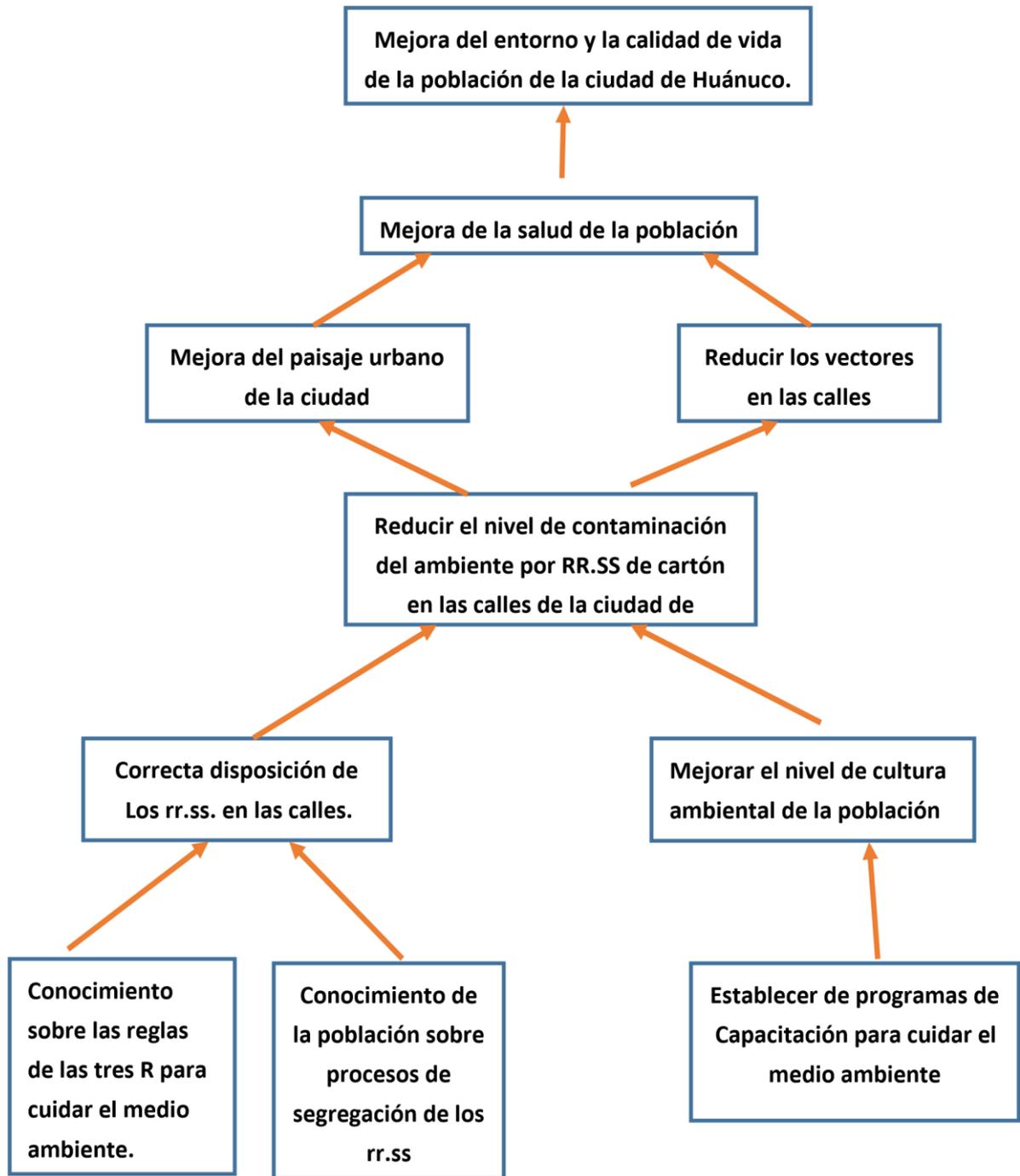
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Existe diferencia al producir vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 - 2021?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b> 1. ¿Cuál es la cantidad de humus de lombriz producido a los 3 meses de evaluación en cada una de las vermicomposteras? 2. ¿Cuál es el peso de cartón no degradado en cada una de las vermicomposteras? 3. ¿Cuáles son parámetros físicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón? 4. ¿Cuáles son parámetros químicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Demostrar la diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 -2021.</p> <p><b>OBJETIVO ESPECIFICO</b> 1. Determinar cantidad de humus de lombriz producido a los 3 meses de evaluación en cada una de las vermicomposteras 2. Determinar el peso de cartón no degradado en cada una de las vermicomposteras. 3. Determinar los parámetros físicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón. 4. Determinar los parámetros químicos que se obtienen en el vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos tipos de cartón.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b> HI: Existe diferencia en la producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente de diversos cartones generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020 – 2021.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b> Aprovechamiento eficiente del cartón</p> <p><b>Variable Independiente</b> Producción de vermicompost.</p>	<p>Aplicada, porque se quería descubrir métodos o estrategias que nos permitan alcanzar un objetivo determinado</p> <p><b>Enfoque</b> Presenta un enfoque cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigación</b> La investigación aplicada cuenta claramente con intervención, pero no se trata de una intervención deliberada como ocurre en los experimentos</p>	<p><b>Población</b> La investigación no considera la población de personas, motivo por el cual no se utiliza fórmulas para cálculo de población.</p> <p><b>Muestra</b> Para la investigación se instalarán 4 vermicomposteras ecológicas como muestras con 6 repeticiones cada una, las cuales se analizarán continuamente para visualizar la degradación del cartón por parte de las lombrices y se evaluarán otros parámetros más</p> <p><b>Recolección de datos</b> Tendrá las siguientes etapas en evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de datos</li> <li>• Etapa preliminar</li> <li>• Análisis de datos</li> <li>• Etapa de trabajo de campo</li> <li>• Etapa final</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

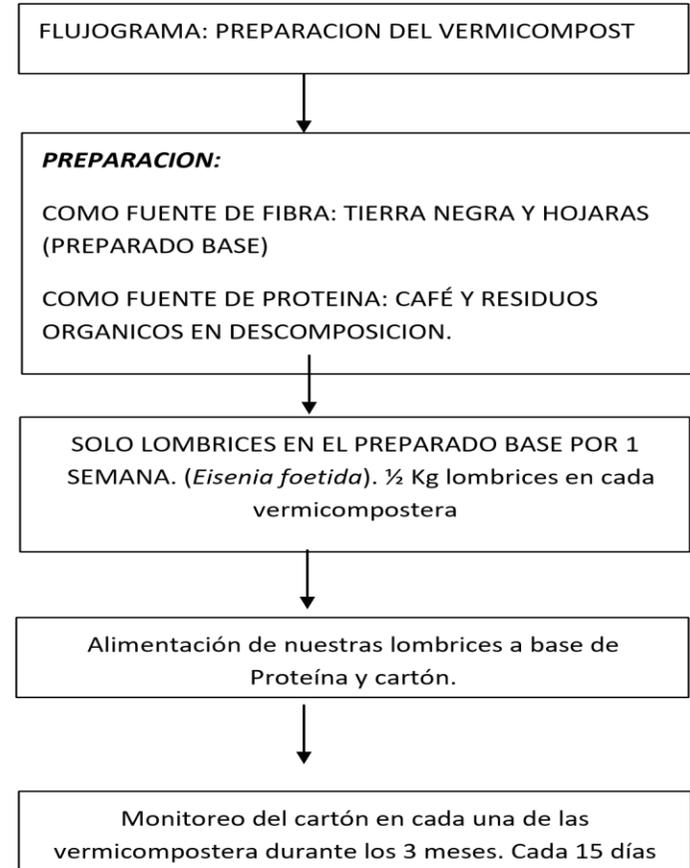
## ANEXO 2: ARBOL CAUSA EFECTO



### ANEXO 3: ARBOL DE MEDIOS Y FINES



## Anexo 4. Flujograma y metodología de elaboración de vermicompost



Anexo 5. Resultados de análisis de los parámetros físicos y químicos del Laboratorio de la UNAS.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología  
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531  
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:				VALDIVIA ESPIRITU DEIS KARINA					PROCEDENCIA					HUANUCO				
DATOS DE LA MUESTRA				ANALISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA									
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)			
Código	REFERENCIA				Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
M 365	COMPOST	CRACK -V3	0.01	70.05	10.14	19.81	33.86	66.14	2.12	2.15	0.760	0.086	0.101	0.714	24	8918	202	489
M 366	COMPOST	CORRUGADO - V1	0.02	67.52	10.54	21.94	32.45	67.55	1.79	2.09	0.732	0.084	0.098	0.720	32	8932	199	466
M 367	COMPOST	PLEGADIZO - V2	0.03	69.99	10.36	19.65	34.52	65.48	1.87	2.11	0.758	0.087	0.093	0.599	24	9162	203	491
M 368	COMPOST	NO RECICLABLE - V4	0.04	66.92	11.80	21.27	35.68	64.32	2.87	2.40	0.750	0.087	0.085	0.478	55	9131	239	555

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

RECIBO N° 001-626294

Tingo María 30 de junio 2021

Mabelia Miteve  
 EPE



## Anexo 6. Panel fotográfico

**Panel Fotográfico 1:** Elaboración de las vermicomposteras, se utilizó 4 cajas de tecnopor de medidas de 60 cm de largo, 45 cm de ancho y 40 cm de alto. A la caja se le hizo pequeños filtros y se le puso una base para recoger los lixiviados, igualmente en la parte de la tapa se hizo pequeños agujeros que dejaran escapar los gases.



**Panel Fotográfico 2:** Se colocó el rotulado del tipo de cartón a cada una de las vermicomposteras, así mismo se colocó tres 3 kg de tierra negra más hojarasca, seguidamente se colocó ½ kg de las lombrices rojas en cada una de las vermicomposteras.



**Panel Fotográfico 3:** Se alimentó a las lombrices cada 15 días, con 250 gr de cartones más 100 gr de residuos orgánicos de cocina (cascaras de frutas, cascaras de tubérculo, café y verduras), en cada una de las vermicomposteras.



**Panel fotográfico 4:** Durante 3 meses, cada 15 días se realizaba el monitoreo retirando el cartón no consumido por las lombrices y al mismo tiempo colocar los 250 gr de los 4 tipos de cartón más 100 gr de residuos

orgánicos, registrar los datos obtenidos. Asimismo, para mantener la humedad se añadió agua con una regadera a las vermicomposteras.



**Panel Fotográfico 6:** Se realizó la separación de las lombrices de las vermicomposteras colocando en la superficie del lado izquierdo residuo orgánico (cascaras de mango papaya y plátanos), con la finalidad de atraer a las lombrices hacia la superficie para proceder a retirarlos hasta dejar liberado el humus de las lombrices.



**Panel fotográfico 7:** Recojo y pesado del vermicompost obtenido, registrando los valores en un cuadro matriz. Asimismo, se envió las muestras de 1 kg de vermicompost al laboratorio de la UNAS para determinar los parámetros físicos y químicos.



**Panel fotográfico 8:** El peso total del vermicompost de cada tipo de cartón obtenido en 3 meses.



**Panel fotográfico 9:** La visita in situ del asesor Mag. Frank Cámara Llanos, para observar y asesorar sobre el desarrollo de la investigación.



**Panel fotográfico 10:** La visita de verificación del desarrollo de la investigación del jurado Mag. Simeón Edmundo Calixto Vargas, quien brindó las recomendaciones para mejorar la ejecución.



**ANEXO 7.** Ficha para el control de degradación del cartón cada 15 días

TIPO CARTON	DIAS DE ALIMENTACION Y MONITOREO DE LA DEGRADACION DE CARTON							
	DIA 0	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90	TOTAL
<b>VC. 1 (CORRUGADO)</b>		250g cartón	<b>1.500kg</b>					
		100g R. O	100g R.O	<b>600g</b>				
	<b>Peso de sobrante de cartón</b>	130g	120g	120g	110g	100g	100g	<b>680g</b>
<b>VC.2 (PLEGADIZO)</b>		250g cartón	<b>1.500kg</b>					
		100g R.O	<b>600g</b>					
	<b>Peso de sobrante del cartón</b>	130g	125g	125g	120g	110g	100g	<b>710g</b>
<b>VC.3 (KRAFT)</b>		250g cartón	<b>1.500kg</b>					
		100g R.O	<b>600g</b>					
	<b>Peso de sobrante del cartón</b>	120g	115g	115g	110g	100g	100g	<b>660g</b>
<b>VC. 4 NO RECICLABLE</b>		250g cartón	<b>1.500kg</b>					
		100g R.O	<b>600g</b>					
	<b>Peso de sobrante del cartón</b>	140g	140g	135g	130g	125g	120g	<b>790g</b>

**Anexo 8.** Ficha de producción de vermicompost

<b>Tipo de vermicompost</b>	<b>Peso obtenido a los 90 días</b>
Vermicompost de cartón corrugado	410 kg
Vermicompost de cartón plegadizo	395 Kg
Vermicompost de cartón crack	420 Kg
Vermicompost de Cartón No reciclable	355 Kg
<b>TOTAL</b>	<b>1,580 kg</b>

**ANEXO 9.** Ficha de resultado de los análisis de los parámetros físicos

<b>Cartón</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>M.O.B.H. (%)</b>	<b>Cenizas B.H. (%)</b>	<b>M.O.B.S. (%)</b>	<b>Cenizas B.S. (%)</b>
<b>vermicompost del cartón Corrugado</b>	<b>70,05</b>	10,14	19,81	33,86	66,14
<b>vermicompost del cartón Plegadizo</b>	67,52	10,54	<b>21,94</b>	32,45	<b>67,55</b>
<b>vermicompost del cartón Kraft</b>	69,99	10,36	19,65	34,52	65,48
<b>vermicompost del cartón No reciclable</b>	66,92	<b>11,8</b>	21,27	<b>35,68</b>	64,32

**ANEXO 10.** Ficha de resultados de los análisis de los parámetros químicos del vermicompost de lombriz

Tipo de Cartón	Porcentaje %						Partes por millón (ppm)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K	Cu	Fe	Zn	Mn
Humus de lombriz del cartón Corrugado	2,12	<b>2,15</b>	<b>0,76</b>	0,086	<b>0,101</b>	0,714	24	8918	202	489
Humus de lombriz del cartón Plegadizo	1,79	2,09	0,73	0,084	0,098	<b>0,720</b>	32	8932	199	464
Humus de lombriz del cartón Kraft	1,87	2,11	<b>0,76</b>	<b>0,087</b>	0,093	0,599	24	<b>9162</b>	203	491
Humus de lombriz del cartón No Reciclable	<b>2,87</b>	2,4	0,75	<b>0,087</b>	0,085	0,478	<b>55</b>	9131	<b>239</b>	<b>555</b>