

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS LOMBRICES  
ROJAS CALIFORNIANAS EN SUSTRATOS DE RESIDUOS  
ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL MERCADO DE CIUDAD  
NUEVA, TACNA, 2022”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. OSCAR ANTONIO VALDIVIA AYCA  
Bach. ALEJANDRO MARTIN CUELA ROJAS**

**TACNA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS LOMBRICES  
ROJAS CALIFORNIANAS EN SUSTRATOS DE RESIDUOS  
ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL MERCADO DE CIUDAD  
NUEVA, TACNA, 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 27 de diciembre del 2022; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : MSc. ALBERTO CARMELO CONDORI GAMARRA**

**SECRETARIO : Mtro. JUNIOR SOVIET MIRANDA GUTIÉRREZ**

**VOCAL : MSc. JOSE OSWALDO CAZORLA GALDOS**

**ASESOR : MSc. MARISOL MENDOZA AQUINO**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Oscar Antonio Valdivia Ayca y Alejandro Martin Cuela Rojas, en calidad de bachiller(es) de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70895324 y 71484740 declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis/trabajo de investigación titulada: *“Comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustrato de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva”* la misma que presento para optar el *Título Profesional de Ingeniero Ambiental*
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico o título profesional
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable, frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido - publicada anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 27 de diciembre del 2022



Bach. Oscar Antonio Valdivia Ayca  
DNI: 70895324



Bach. Alejandro Martin Cuela Rojas  
DNI: 71484740

## DEDICATORIA

A Dios y a la virgencita de las peñas por siempre ser mi guía, darme fortaleza y colocarme a las personas correctas en el camino.

Dedicado a mi madre por brindarme su apoyo durante toda mi etapa de estudios universitarios, por su confianza y tolerancia logrando así un objetivo más en mi vida profesional.

A mi papá, por el apoyo y los consejos que me ayudo a salir adelante sin decaer.

A mis hermanos, por el apoyo y confianza depositada en mí, desde un principio

**Bach. Oscar Antonio Valdivia Ayca**

A Dios, por ser mi guía en el buen camino y darme fortaleza para seguir adelante a pesar de los obstáculos, permitirme conocer a las personas correctas.

A mis padres, quienes siempre estuvieron conmigo brindándome su apoyo, inculcándome de muy pequeño buenos valores. Gracias por todo su esfuerzo y sacrificio.

A mis hermanos a quienes quiero mucho y enseñarles con el ejemplo que puedes alcanzar todo lo que te propones,

A mi familia y amigos, que siempre me brindaron su apoyo y buenos momentos en este camino.

**Bach. Alejandro Martin Cuela Rojas**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos especialmente a Dios, quien nos dio las fuerzas cada día para crecer y no darnos por vencidas. Por permitirnos sonreír ante todas las dificultades que se nos atravesaron en estos tiempos.

A nuestros padres, a quienes siempre les estaremos eternamente agradecidos y serán siempre nuestra prioridad, ahora nos queda como meta cumplir nuestros sueños. Los amamos.

A nuestra casa de estudios la Universidad Privada de Tacna, a nuestros docentes porque gracias a ellos hemos adquirido conocimientos que son el reflejo de nuestros trabajos.

Un agradecimiento muy especial a nuestra asesora Msc. Marisol Mendoza Aquino, quien estuvo guiándonos académicamente con su experiencia y profesionalismo, por la paciencia y confianza puesta en nosotras, gracias a su apoyo y enseñanza estamos cumpliendo uno de nuestros objetivos.

Oscar Antonio Valdivia Ayca y Alejandro Martín Cuela Rojas

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Formulación del problema .....	2
1.2.1 Problema general .....	2
1.2.2 Problemas específicos .....	3
1.3 Justificación e Importancia .....	3
1.3.1 Desde el punto de vista económico .....	3
1.3.2 Desde el punto de vista social .....	3
1.3.3 Desde el punto de vista ambiental.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos .....	4
1.5 Hipótesis.....	4
1.5.1 Hipótesis General.....	4
1.5.2 Hipótesis Específicas .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional .....	5
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional .....	6
2.1.3 Antecedentes locales .....	6
2.2 Bases Teóricas.....	6

2.2.1	Reproducción de la lombriz .....	6
2.2.2	Proceso de Compostaje .....	7
2.2.3	Producción y calidad de humus .....	8
2.2.4	Condiciones para el desarrollo de la lombriz roja .....	10
2.2.5	Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) .....	11
2.3	Definición de términos.....	11
2.3.1	Calidad de Compost.....	11
2.3.2	Contaminación .....	11
2.3.3	Lombriz Roja Californiana .....	12
2.3.4	Residuos Municipales.....	12
2.3.5	Residuos Orgánicos .....	12
2.3.6	Residuo Sólido .....	12
2.3.7	Vermicompost .....	12
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....		13
3.1	Diseño de la investigación .....	13
3.1.1	Tipo de Investigación.....	13
3.1.2	Diseño de Investigación .....	13
3.2	Acciones y actividades .....	13
3.2.1	Etapa 1 - Acondicionamiento de cajas para el compostaje.....	13
3.2.2	Etapa 2 - Adquisición y selección de lombrices rojas californianas para el proceso de vermicompost .....	13
3.2.3	Etapa 3 - Colecta de residuos sólidos orgánicos del mercado del distrito de cuidad nueva.....	14
3.2.4	Etapa 4 - Elaboración de los tratamientos para el vermicompost.....	14
3.2.5	Etapa 5 - Seguimiento y control del vermicompost. ....	14
3.2.6	Cálculo de carbono/nitrógeno.....	15
3.3	Materiales y/o instrumentos.....	16
3.3.1	Materiales.....	16
3.4	Población y/o muestra de estudio.....	17
3.5	Operacionalización de variables .....	18
3.6	Procesamiento y análisis estadístico .....	18
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		19
4.1	Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana.....	19

4.2	Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana.....	20
4.3	Analizar la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus .....	20
4.4	Determinar el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos.....	23
4.5	Estadística.....	24
4.5.1	La cantidad de humus está relacionado a la relación C/N (Frutas y Hortalizas) .....	24
4.5.2	El comportamiento reproductivo (incremento de lombrices) está relacionado a la relación C/N (Frutas y Hortalizas) .....	25
4.5.3	La variación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus mejora sus condiciones de crecimiento de la lombriz roja californiana .....	26
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....	28
	CONCLUSIONES .....	30
	RECOMENDACIONES .....	31
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
	ANEXOS .....	34

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Parámetros de calidad.....	9
Tabla 2. Descripción de tratamientos .....	14
Tabla 3. Valores de relación C/N.....	15
Tabla 4. Operacionalización de variables de investigación.....	18
Tabla 5. Composición de sustrato en bases a residuos orgánicos por tratamiento.....	19
Tabla 6. Cálculo de relación carbono/nitrógeno para cada tratamiento de estudio ....	19
Tabla 7. Comportamiento reproductivo de la lombriz roja californiana.....	20
Tabla 8. Control de pH por tipo de tratamiento .....	20
Tabla 9. Control de temperatura por número de tratamiento .....	21
Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos del humus obtenido .....	22
Tabla 11. Cuadro comparativo de costos de humus y abonos inorgánico -parámetro	23
Tabla 12. Correlación entre cantidad de humus y relación C/N .....	24
Tabla 13. Correlación entre relacion C/N e incremento de lombrices.....	25

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje .....	8
Figura 2. Lombrices y humus obtenido.....	26
Figura 3. Variación de pH.....	27
Figura 4. Variación de temperatura .....	27

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia .....	35
Anexo 2. Pruebas de normalidad .....	36
Anexo 3. Panel fotográfico .....	36
Anexo 4. Análisis de laboratorio .....	43

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Comportamiento productivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022”, se presenta como trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Privada de Tacna, teniendo como objetivo general determinar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022. La investigación fue de tipo Cuasi experimental y con el nivel de investigación aprehensivo; tanto la población y muestra esta conformidad por las lombrices rojas californianas que infestaran en diferentes tratamientos. Realizando el proceso de tres etapas de acondicionamiento de la cajas para el vermicompost, la adquisición y selección de lombrices rojas californianas para el proceso de vermicompost, colecta de residuos sólidos orgánicos del mercado del distrito de ciudad nueva, elaboración de los tratamientos para el vermicompost, seguimiento y control del vermicompost, con lo cual se pudo realizar las mediciones de pH, temperatura, como de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, validando así la hipótesis presentadas en este trabajo de investigación y concluir que, lo establecido con respecto al recolección de residuos sólidos para la elaboración de sustrato y reproducción de lombrices para dar pie a fomentar más proyectos de instigación aplicables en la ciudad de Tacna, y así mismo aportar significativamente en el sector académico, social y ambiental.

**Palabras clave:** Residuos Orgánicos, sustrato, infestar, vermicompost

## ABSTRACT

The present investigation entitled "Productive behavior of Californian red worms in organic waste substrates from the new city market, Tacna, 2022", is presented as thesis work to obtain the title of Environmental Engineer from the Private University of Tacna, having as a general objective, determine the reproductive behavior of Californian red worms in organic waste substrates from the New City market, Tacna, 2022. The investigation was of the Quasi-experimental type and with an apprehensive level of investigation; both the population and shows this compliance by the Californian red worms that infested in different treatments. Carrying out the three-stage process of conditioning the boxes for vermicompost, the acquisition and selection of Californian red worms for the vermicompost process, collection of organic solid waste from the new city district market, preparation of treatments for vermicompost, monitoring and control of the vermicompost, with which it was possible to carry out the measurements of pH, temperature, as well as the physicochemical and biological parameters, thus validating the hypothesis presented in this research work and concluding that, what is established with respect to the collection of solid waste for the elaboration of substrate and reproduction of worms to give rise to promote more applicable instigation projects in the city of Tacna, and likewise contribute significantly in the academic, social and environmental sector.

**Keywords:** Organic waste, substrate, infest, vermicompost

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación “Comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustrato de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva”, aborda la reutilización de residuos orgánicos, con el propósito de no solo de mostrar una alternativa sino, concientizar sobre el tema de la reutilización de los residuos orgánicos, lo que trae consigo la necesidad de iniciar a infórmarnos más sobre los procesos de diseño y elaboración, que permita la realización de la investigación.

Para ello, el presente estudio tiene por objetivo: Determinar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022, Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana, Evaluar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas según la composición de los sustratos, Analizar la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus, Determinar el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos.

El actual proyecto de investigación se divide en cinco capítulos: El segundo capítulo comienza con el marco teórico, que es seguido por la base teórica y la definición de conceptos fundamentales. Este capítulo describe puntos críticos para la investigación, como el contexto histórico a nivel internacional, nacional y local. El marco metodológico se describe en el tercer capítulo, que también establece el tipo, diseño y alcance de la investigación, así como la metodología y las herramientas empleadas en la investigación. El cuarto capítulo presenta las conclusiones de la investigación a la luz del análisis realizado durante la investigación, además del análisis general y la validación de las hipótesis realizadas. La discusión se detalla en el capítulo cinco después del análisis de las hipótesis y sus resultados, seguido de las conclusiones, recomendaciones y citas bibliográficas para el trabajo de investigación relevante.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Descripción del problema**

En la actualidad el incremento de los residuos generados por el hombre ha ido aumentando exponencialmente, relacionado con el crecimiento poblacional. Siendo estos difíciles de biodegradarse, formando parte de los contaminantes que dañan la superficie de nuestro planeta, por lo cual nuestro país no es ajeno a este problema, esto lleva a tomar medidas de control y manejo de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos se dividen en inorgánicos y orgánicos, estos son recogidos por servicios de limpieza pública; en el Perú hay un total de 65 rellenos sanitarios en 21 departamentos, siendo Tacna una de las regiones que no cuenta con un relleno sanitario, solo contando con un botadero ubicado en el distrito de Ciudad Nueva, donde los residuos de toda la región son depositados de manera conjunta sin ningún tipo de clasificación.

La inadecuada disposición de residuos inorgánicos y orgánicos genera problemas ambientales. Es por ello se debe realizar medidas de control y manejo de los residuos, reaprovechándolos como en este caso a los residuos orgánicos realizando un proceso de compostaje, donde los residuos orgánicos se transforman en un fertilizante natural.

En el proceso de compostaje, se pueden agregar lombrices rojas Californianas para asegurar las condiciones necesarias para un compost, que depende de una serie de variables en distintas etapas, temperatura, humedad, relación carbono-nitrógeno, pH. Un proceso sin monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos resultaría en putrefacción de desechos sin descomposición, liberación de gases y la presencia de microorganismos.

### **1.2 Formulación del problema**

#### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a. ¿Cuál es la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana?
- b. ¿Cómo es el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas según la composición de los sustratos?
- c. ¿Cuál es la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus?
- d. ¿Cuál será el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos?

## **1.3 Justificación e Importancia**

### **1.3.1 Desde el punto de vista económico**

La producción de compost a través de lombrices rojas californianas, a partir residuos de frutas y hortalizas puede ser aprovechado por las personas, para un beneficio económico en la venta del humus, ya que no se necesita una gran inversión para la producción de humus, los residuos orgánicos pueden ser obtenidos dentro del hogar para lograr una reproducción de lombrices.

### **1.3.2 Desde el punto de vista social**

Concientizar ambientalmente a la población, enseñando que los residuos orgánicos de frutas y hortalizas pueden ser reaprovechado para la obtención de compost y este ser aplicado en nuestros suelos que han ido perdiendo su materia orgánica y tener bajos contenidos de nutrientes dentro de sus propiedades.

### **1.3.3 Desde el punto de vista ambiental**

La importancia de la reutilización y valorización de los residuos orgánicos y el uso de lombrices rojas californianas para la obtención del compost es una de las alternativas para mitigar la contaminación y lograr la biorremediación de suelos infértiles, logrando incrementar los nutrientes del suelo de esta forma también disminuir el uso de fertilizantes químicos que generan daños al ecosistema.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a. Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana.
- b. Evaluar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas según la composición de los sustratos.
- c. Analizar la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus.
- d. Determinar el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis General**

Existen diferencias significativas, en el comportamiento reproductivo de la lombriz roja según la composición del sustrato.

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- a. La cantidad de humus está relacionado a la relación *Carbono/Nitrógeno* (C/N en Frutas y Hortalizas).
- b. El comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas está relacionado con la composición de los sustratos (C/N).
- c. La variación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus mejora sus condiciones de crecimiento de la lombriz roja californiana.
- d. Existen un adecuado costo beneficio con la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

Según Loza M. y Choque B. (2010), en su artículo titulado “Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato” el propósito es estudiar el comportamiento de la lombriz roja californiana y la silvestre en dos sustratos a fin de mejorar la calidad del vermicompost. Se estudió su comportamiento en dos sustratos bosta bobina (estiércol) y rumia bovina (rumia). “Los resultados indican que la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana es mejor en los sustratos de estiércol, en comparación con la lombriz silvestre”. Probablemente las particularidades físicas y químicas del estiércol y la rumia tuvieron influencia en este tipo de comportamiento.

Según Limachi E. (2018), en su tesis tiene como objetivo “evaluar el efecto de tres dosis de sustratos en la alimentación de la Lombriz Roja Californiana con estiércol bovino y aserrín descompuesto”, se realizó con el “Diseño Completamente al Azar con 3 tratamientos”. A los 90 días de vermicompostaje, los resultados permiten concluir que el tratamiento T2 (Estiércol bovino 50 % + aserrín 50 % + 100 lombrices) “manifiesta ser la mejor en la producción de lombrices adultos con 210, biomasa final 77,51 g”. Se aconsejó utilizar hasta el 50 % del aserrín en la mezcla con el estiércol bovino como sustituto porque esto mejoró la relación C/N y facilitó la degradación del aserrín.

Según Somarriba R. y Guzmán G. (2004), en el trabajo de diploma titulado “Análisis de la influencia de la cachaza de caña y estiércol bovino como sustrato de la lombriz roja californiana para producción de humus”, tiene como objetivo “determinar la influencia de diferentes sustratos, sobre la producción de humus de lombriz, estableciéndose un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos y tres observaciones” los resultados evidenciaron que los valores más altos en porcentaje de contenido en N, P y K en el humus se dio cuando se manejó como sustrato al: “estiércol bovino (2,36 % de N), cachaza más estiércol (1,60 %); así mismo, se obtuvo que el mayor valor de pH y materia orgánica se alcanzó con el sustrato 100 % estiércol bovino y los valores más bajos en cenizas (39,66) en el humus, se obtuvo con el sustrato 100 % estiércol bovino”.

### **2.1.2 Antecedentes a nivel nacional**

Mas W. (2019) en su tesis tiene como objetivo “evaluar el efecto de diferentes sustratos (estiércol de vacuno, estiércol cuy, estiércol gallina, pluma y sangre de vacuno) en la producción y reproducción de lombriz roja californiana”, el experimento tuvo una duración de 60 días, Fue sometido a un diseño completamente aleatorio (DCA) con un nivel de significación del 5 %. Después de 60 días de siembra, se descubrieron diferentes densidades de la lombriz de California. El tipo de sustrato en el que vive una persona se correlaciona directamente con la densidad de población de la lombriz. El desarrollo del Tratamiento 1 mejoró, aumentando en un 72,2 % de la población.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Santana M. y Turpo G. (2021), en su tesis tiene como objetivo “remediar la salinidad de un suelo utilizando vermicompost elaborado a partir de residuos industriales del olivo en un fundo del Distrito La Yarada-Los Palos”, se aplicó un “diseño experimental de Box-Behnken”. Para crear un vermicompost, se utilizaron los componentes de una mezcla de material orgánico, alfalfa y papaya cascara. El vermicompost obtenido se aplicó a muestras de suelo altamente salinizado con una conductividad de 16,6 dS/m. Después de 28 días de incubación, la salinidad disminuyó en promedio en todas las exposiciones, alcanzando un valor de 6,5 dS/m, utilizando una mezcla de 10 % de vermicompost y 90 % de suelo.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Reproducción de la lombriz**

Las lombrices intercambian espermatozoos en la etapa de apareamiento, los cuales no fertilizan inmediatamente. Los huevos se mantienen en una envoltura viscosa, ubicada a un tercio de la longitud del cuerpo (Compagnoni & Putzolu, 1983)

Las lombrices son hermafroditas “cada una posee a la vez gónadas masculinas y femeninas, de modo que al aparearse se fecundan mutuamente”. También, producen un huevo que se denomina cocón (Pineda, 1994)

Según De Sanso (2001) “el cocón tiene un color amarillo verdoso con unas dimensiones aproximadas de 2-3 por 3-4 mm, tiene una forma parecida a una pera muy pequeña”. La envoltura se rompe en el momento del nacimiento cuando ha adquirido un color más ominoso.

Cada capítulo o cocón contiene albúmina; esta fuente de alimento sostiene los huevos durante la fase de incubación, que dura entre 14 y 30 días. (Sánchez-Reyes, 2003)

### **2.2.2 Proceso de Compostaje**

Según Food and Agriculture Organization (2013). El compostaje se desarrolla en condiciones aeróbicas teniendo en cuenta la temperatura y la humedad. "Los microorganismos que están presentes durante el proceso de compostaje, cuando hay oxígeno, usan nitrógeno (N) y carbono (C) para producir su propia biomasa." Las siguientes etapas deben tenerse en cuenta para obtener un compost adecuado.

#### **a. Fase Mesófila (20-40 °C)**

Esta fase dura entre dos y ocho días, aproximadamente. El proceso de compostaje comienza a temperatura ambiente, pero a medida que pasan los días, la temperatura aumenta debido a la actividad microbiana porque en esta etapa, los microorganismos utilizan fuentes simples de C y N, que producen calor.

#### **b. Fase Termófila (40-60 °C)**

La transición de mesófila a termófila se desencadena cuando la temperatura de descomposición supera los 45°C. Esta etapa podría durar días o incluso meses. Es importante notar que el calor generado destruye bacterias y contaminantes fecales como "*Escherichia coli* y *Salmonella* spp." Las temperaturas superiores a 55 °C eliminan los huevos de helminto, las esporas de helminto, las esporas fitopatógenas de hongo y las semillas de maleza, produciendo un producto limpio.

#### **c. Fase de Enfriamiento (40-45 °C)**

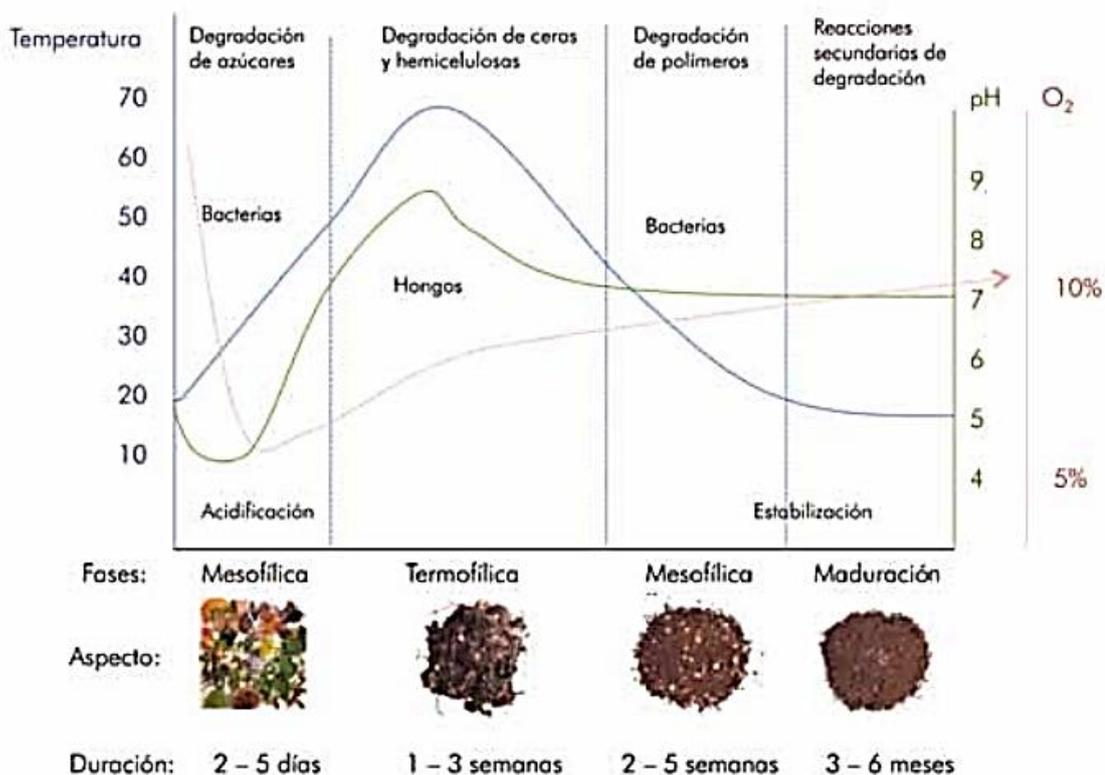
La temperatura cae entre 40 y 45 °C cuando la C y la N se separan. Continúa degradando contaminantes como la celulosa, y los hongos se pueden ver en la distancia. Esto dura varias semanas y se puede confundir con la fase gestacional del embarazo.

#### **d. Fase de Maduración (50-20 °C)**

El compost se mantiene a temperatura ambiente sin reacciones posteriores que impliquen la condensación o polimerización de compuestos carbonatados para producir ácidos higroscópicos e inflamables.

**Figura 1**

*Temperatura, Oxígeno y pH en el proceso de compostaje*



*Nota.* En esta figura se muestra la relación que hay entre el oxígeno, pH y temperatura en las 4 fases por la cuales pasa el compost.

### 2.2.3 Producción y calidad de humus

#### a. Producción de humus

El rendimiento de producción de humus de lombriz a partir de desechos sólidos urbanos determina que “el tratamiento a base de desechos vegetales tiene un rendimiento de 34,015 kg (39 %), seguida por: ingesta + restos vegetales con 33,810 kg (38%) e ingesta con 28,51 kg (32 %) de producción de humus de lombriz” (Pati, 2002).

También Huaynoca (2002) indica los resultados de producción de humus elaborados a partir de “lombrices alimentadas con pulpa de café producen 50,67 kg (46,70 %) de humus, seguido por los alimentos: pulpa de café + desechos vegetales con 45,42 kg (43,67 %), desechos vegetales con 36,46 kg (42,64 %), desechos vegetales + gallinaza 35,74 kg (34,77 %) y las lombrices alimentadas con gallinaza producen 22,20 kg (29,79 %) de humus de lombriz”.

Del alimento ingerido por la lombriz Sánchez (2003) “cerca del 60 % es convertido en humus o excremento de lombriz y el 40 % restante es asimilado y utilizado como fuente de energía para sus propias funciones vitales”.

#### **b. Calidad de humus**

La calidad del humus depende del tipo de alimento que se le dé a las lombrices (Pineda, 1994).

Las lombrices mediante sus enzimas digestivas atacan las sustancias orgánicas en descomposición; la liberación de nitrógeno, fósforo, potasio y diversos oligoelementos está relacionada a su alimentación en correspondencia con la composición de los estiércoles y de los distintos vegetales (Cabrera, 1988).

El contenido nutritivo del humus depende de la calidad de materia prima procesada por la lombriz (Molitor, 1998).

La calidad de un producto está determinada por las características que surgen de tratarlo con respeto al medio ambiente y tener como objetivo crear un producto destinado a ser utilizado en una superficie o como sustrato (MINAM, 2016).

Debe cumplir con requisitos establecidos por la Norma Técnica Peruana 201.208 - 2001(NTP 201.208:2021).

**Tabla 1**

*Parámetros de Calidad*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>
pH	6,85	8,5
Temperatura	15°C	24°C
Humedad	35 %	50 %
Nitrógeno	0,3	1,5
Fosforo	0,1	1,0
Potasio	0,3	1,0

*Nota.* Esta tabla muestra los valores máximos y mínimos de los parámetros fisicoquímicos que debe tener un buen humus.

#### **2.2.4 Condiciones para el desarrollo de la lombriz roja**

Según Sánchez (2003), se debe tomar en cuenta todos los factores que condicionan al desarrollo de la lombriz y producción de humus. Para ello, los más importantes son:

##### **a. Temperatura**

Según Cabrera I. (1988) “la temperatura óptima para las lombrices, es de 19 °C” aunque se puede desarrollar sin problemas en un rango de 10 a 30 °C.

La temperatura del medio óptimo para la Lombriz Roja es “aquella que se acerca lo más posible a la de su propio cuerpo, 19 °C”. Por consiguiente, la cuna no se debe exponer a los rayos solares y durante la noche a los fríos de la misma (Ferruzzi, 1987).

La reproducción, fecundidad de cápsulas y producción de humus, depende de una temperatura óptima que este entre los 18-25 °C.

Según Emison (2004) “cuando la temperatura desciende por debajo de 15 °C, los cocones no eclosionan hasta que se presenten condiciones favorables”.

##### **b. pH**

La lombriz tolera sustratos con pH de 5 a 8,4, fuera de esta escala la lombriz entra en una etapa de latencia (Emison, 2004).

Durante la crianza de lombrices Huaynoca (2002), determinó que “los pH de los diferentes sustratos no terminaron su proceso de descomposición”.

##### **c. Humedad**

Es un factor imprescindible en el desarrollo vital de las lombrices. “Si la humedad es baja impediría la alimentación de las lombrices y si es muy alta afectaría a su respiración” (Cabrera, 1988).

Después de que la lombriz se ha integrado en su nuevo entorno, deben mantener la humedad adecuada, que se logra a través de una gestión cuidadosa riego (Pineda, 1994).

##### **d. Aireación**

Si el área donde se encuentra la lombriz no está adecuadamente ventilada, la oxidación se detendrá, lo que asegurará la supervivencia de las lombrices. (Ferruzzi, 1987).

Dado que la lombriz es un organismo aeróbico, el entorno en el que se desarrolla no debe condensarse; como resultado, no se puede exagerar la importancia del flujo de aire interno.(Pineda, 1994).

Debido a que las lombrices son extremadamente sensibles a las altas temperaturas, deben mantenerse en un área ventilada, y la cama debe permitir la entrada de aire. (López et al., (2003).

### **2.2.5 Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)**

Mide la cantidad de carbono por unidad de nitrógeno en un material. El carbono es la fuente de energía para los diversos microorganismos, y el nitrógeno se muestra como el componente clave en el proceso de síntesis de proteínas. "Una relación C/N saludable promueve el crecimiento y la reproducción adecuados" (Chocano Rossi & Veliz Rojas, 2019).

La relación C/N, se estar al tanto si un material orgánico se halla en descomposición, "los valores entre 50–80, significa que la materia orgánica es elevada y hay poca actividad microbiana, los valores entre 25 y 40, la degradación está cerca de lograr un equilibrio, e incorpora al suelo parte del nitrógeno liberado. Los valores próximos a 10, indica que la descomposición materia orgánica (MO) ha entrado en equilibrio", lo que expresa que las cantidades de carbono y nitrógeno son correctas para que el proceso no se retrase ni precipite (Sánchez-Trujillo & Resendiz, 2020).

## **2.3 Definición de términos**

### **2.3.1 Calidad de Compost**

No es un concepto absoluto, obedece a los usos a que se consigne. En ese sentido, se conceptualiza como "la capacidad o aptitud del compost para satisfacer las necesidades de las plantas, con un mínimo impacto ambiental y sin riesgo para la salud pública" (Rehecho, y otros, 2011).

### **2.3.2 Contaminación**

Según Mora et al., (2016), se "considera como un índice de la descomposición de materia orgánica del suelo, determinado por el contenido de carbono (C) orgánico y nitrógeno (N) total".

### **2.3.3 Lombriz Roja Californiana**

Son sensibles a la luz, los rayos ultravioletas, una humedad alta, la sobre alimentación y la acidez del medio. Se nutren de desechos orgánicos. Su cuerpo es de forma segmentada, alargada y con simetría bilateral (Tenecela Y., 2012).

### **2.3.4 Residuos Municipales**

Consiste en residuos domésticos y residuos de áreas públicas, como playas, actividades comerciales y áreas urbanas, cuyos residuos pueden ser similares a los manejados por los servicios públicos de limpieza en todo el ámbito de su jurisdicción (NTP 201.208:2021).

### **2.3.5 Residuos Orgánicos**

Se conforma por los residuos domiciliarios y provenientes de los espacios públicos donde se incluyen las playas, actividades comerciales y urbanas, cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (NTP 201.208:2021).

### **2.3.6 Residuo Sólido**

Se tienen en cuenta los "materiales o sustancias sin valor de uso directo". Cuando no se gestionan adecuadamente, pueden poner en peligro la salud de las personas y el medio ambiente. Estos riesgos se derivan de la producción de bienes y servicios, así como de las actividades de consumo (INEI, 2020).

### **2.3.7 Vermicompost**

Es el resultado final de un proceso conocido como "vermicompost", que consiste en oxidar material orgánico mediante el uso de las lombrices californianas rojas en un proceso bioquímico (Álvaro G.J, 2016).

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Diseño de la investigación**

#### **3.1.1 Tipo de Investigación**

El tipo de Investigación Cuasi experimental es un tipo de estudio que se caracteriza porque el sujeto de estudio no se selecciona de forma aleatoria, sino que se encuentra o establece previamente.

Se caracteriza por ser descriptiva, la cual consiste en observar el comportamiento de los individuos y de las diferentes variables sociales y registrar.

#### **3.1.2 Diseño de Investigación**

El diseño se ejecuta en un ambiente creado en la facultad de ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, en el laboratorio de Suelos.

Tiene un nivel aprehensivo para poder permitir conocer el nivel de vida de las lombrices rojas californianas.

### **3.2 Acciones y actividades**

#### **3.2.1 Etapa 1 - Acondicionamiento de cajas para el compostaje**

Cajas de poliestireno de alta densidad y resistentes a la radiación solar, con las dimensiones de 38.5 cm x 59 cm y 20 cm de alto las cuales me va a permitir realizar el crecimiento de las lombrices que promueve la degradación de la materia orgánica de manera natural.

#### **3.2.2 Etapa 2 - Adquisición y selección de lombrices rojas californianas para el proceso de vermicompost**

- Realizar la adquisición de las lombrices rojas californianas por peso (kg).
- Para los 3 tratamientos se requirió 2 kg de lombrices rojas californianas que fueron adquiridas en el fundo Lombrices rojas californianas Perú.
- Se hizo el conteo y separación de las lombrices rojas californianas para los distintos tratamientos.

### 3.2.3 Etapa 3 - Colecta de residuos sólidos orgánicos del mercado del distrito de ciudad nueva.

- Se coordinará con las autoridades distritales con la gerencia ambiental del mercado para poder obtener los residuos orgánicos.
- La recolección de los residuos orgánicos será con una frecuencia mensual y está esta puede variar según el comportamiento del proceso de vermicompost.
- La selección de los residuos orgánicos por tipo es de lechuga, papaya, cascaras de mango esta acción que se realizara en las instalaciones del vivero ubicado en la bombonera.
- El picado de los residuos orgánicos.
- El pesado de los residuos orgánicos.

### 3.2.4 Etapa 4 - Elaboración de los tratamientos para el vermicompost.

- El desarrollo del compostaje se realizará en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada de Tacna.
- Las cajas acondicionadas inicialmente serán infestadas con las lombrices rojas californianas según el siguiente tratamiento indicado en la tabla 2.

#### Tabla 2

##### *Descripción de tratamientos*

Tratamientos	Mezcla
T1	residuos de frutas 70 % + residuos hortalizas 30 %
T2	residuos de frutas 50 % + residuos hortalizas 50 %
T3	residuos de frutas 30 % + residuos hortalizas 70 %

*Nota.* En esta tabla se especifica los diferentes porcentajes de frutas y hortalizas que hay en cada tratamiento

### 3.2.5 Etapa 5 - Seguimiento y control del vermicompost.

- Seguimiento y control del vermicompost es para evaluar las condiciones del medio para la producción de lombrices será diaria.
- Se realizará mediciones de pH, temperatura, se realizará con una frecuencia de cada 3 días obteniendo datos de los 3 tratamientos.
- Se realizará la obtención de los datos en una ficha de datos.
- En el mes 3 se realizará el conteo de las lombrices y peso.
- El peso del humus obtenido.

- Para la determinar la relación de carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, humedad se realizará la toma de muestra correspondiente de las cajas acondicionadas del vermicompost del tratamiento 1, 2,3; para su respectivo análisis.

### 3.2.6 Cálculo de carbono/nitrógeno

Para calcular la relación carbono - nitrógeno de los tratamientos:

1. En la tabla 3 se muestran los valores correspondientes a cada uno de los residuos, donde se aprecia que los desechos de fruta tienen una relación 35/1 mientras que los residuos de hortalizas tienen una relación 15/1.

**Tabla 3**

*Valores de Relación C/N*

<b>Elementos</b>	<b>Relación C/N</b>
Residuos de comida	15/1
Trozos o astillas de madera	200-500/1
Paja	40-100/1
Papel	200/1
Estiércol	5-25/1
Residuos de café	20/1
Desechos de fruta	35/1
Leguminosas recién cortadas	20-25/1
Ramas de poda otoñal	30-80/1
Humus	10/1
Hojas	40-80/1
Estiércol de aves	5-15/1
Césped	17/1
Papel de periódico	400/1
Paja de trigo	100/1
Mezcla de Hortalizas	15/1

*Nota.* En esta tabla se muestra la relación de C/N de cada elemento que se encuentra en ella

### 2. Sumaremos los kilogramos de ambos componentes de la mezcla en cada tratamiento

$$T1 = 1,4 \text{ kg} + 0,6 \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

$$T2 = 1 \text{ kg} + 1 \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

$$T3 = 0,6 \text{ kg} + 1,4 \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

### 3. Debemos hallar el porcentaje correspondiente a cada Tratamiento:

a. Tratamiento1

- Mezcla = 2 kg (muestra total) = 100 %

- Desecho de Fruta = 1,4 kg = 70 %
  - Mezcla de Hortalizas = 0,6 kg = 30 %
- T1= F 70 % H 30 %
- T2= F 50 % H 50 %
- T3= F 30 % H 70 %

**4. Después de encontrar el porcentaje de cada uno de los tratamientos, se Dividirá entre 100:**

b. Tratamiento 1

- Desecho de Fruta (70 %) / 100 = 0,70 %
  - Mezcla de Hortalizas (30 %) / 100 = 0,30 %
- T1= F 0,70 % H 0,30 %
- T2= F 0,50 % H 0,50 %
- T3= F 0,30 % H 0,70 %

**5. Los resultados se multiplican por sus correspondientes valores en la tabla carbono-nitrógeno:**

Desecho de Fruta  $0,70 \times 35 = 24,5$

Mezcla de Hortalizas  $0,30 \times 15 = 4,5$

T1= F 24,5 H 4,5

T2= F 17,5 H 7,5

T3= F 10,5 H 10,5

**6. Por último, se sumarán estos dos valores, obteniendo una relación carbono por 1 de nitrógeno**

T1= 29/1

T2= 25/1

T3= 21/1

### **3.3 Materiales y/o instrumentos**

#### **3.3.1 Materiales**

- Higrómetro (Instrumento del Laboratorio de suelos de la EPIAM / UPT).
- Termómetro (Instrumento del Laboratorio de suelos de la EPIAM / UPT).
- Balanza (Instrumento del Laboratorio de suelos de la EPIAM / UPT).
- Balanza de plataforma.
- Contenedores de residuos sólidos 120L.
- Caja de poliestireno.
- Machete (nombre técnico).

- Lombrices Rojas Californianas.
- Bolsas de polietileno.
- Cámara Fotográfica.
- Equipo de protección personal.
- Tablero.
- Equipo de cómputo.
- Fichas de Campo.
- Servicio de Laboratorio para determinaciones analíticas.

### **3.4 Población y/o muestra de estudio**

La población y muestra de estudio está conformada por la cantidad de lombrices rojas californianas que serán infestadas en los diferentes tratamientos de vermicompost.

### 3.5 Operacionalización de variables

**Tabla 4**

*Operacionalización de variables de investigación*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
Composición de sustratos	Los componentes orgánicos de los sustratos son, turba de musgo, corteza de árboles, cáscaras, fibra de árboles, etc. los materiales base deben ser consistentes para producir un sustrato de calidad y predecible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos de frutas (F)</li> <li>- Residuos de Hortalizas (H)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>T 1= 70 %(F) /30 %(H)</li> <li>T 2= 50 %(F) /50 %(H)</li> <li>T 3= 30 %(F) /70 %(H)</li> </ul>	Nominal	Compost para residuos sólidos NTP201.20 8:2021
Comportamiento reproductivo		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de lombrices con y sin clitelo</li> <li>- Cantidad de lombrices jóvenes</li> <li>- Porcentaje de degradación</li> <li>- Biomasa final de lombrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidades de lombrices</li> <li>- Peso de humus obtenido</li> <li>- Peso final de lombrices</li> </ul>		Conteo
Variación de parámetros fisicoquímicos		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Humedad</li> <li>- pH</li> <li>- Temperatura</li> </ul>			NTP201.20 8:2021

### 3.6 Procesamiento y análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó, hojas de cálculo Excel y para el tratamiento estadístico de correlación de Pearson.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana

**Tabla 5**

*Composición de sustrato en bases a residuos orgánicos por tratamiento*

Número de tratamientos	Peso de residuos orgánicos en kg		% Porcentaje en peso kilogramos	
	Fruta	Hortalizas	Fruta	Hortaliza
			Fruta	Hortaliza
Tratamiento T1	1,4 kg	0,6 kg	70,00 %	30,00 %
Tratamiento T2	1 kg	1 kg	50,00 %	50,00 %
Tratamiento T3	0,6 kg	1,4 kg	30,00 %	70,00 %

**Tabla 6**

*Cálculo de relación carbono/nitrógeno para cada tratamiento de estudio*

	Tratamiento	Frutas	Hortalizas	Relación Carbono/nitrógeno
Número de tratamiento	T1	70 %	30 %	29/1
	T2	50 %	50 %	25/1
	T3	30 %	70 %	21/1

Interpretación:

En la Tabla 6, se muestra el cálculo la relación carbono/nitrógeno, donde observamos que el Tratamiento 1 representa la relación óptima C/N con valores de 29/1 lo que significa a mayor relación C/N permite obtener una buena maduración del sustrato; y en relación a la combinación de Tratamiento 2 con valores de 25/1 de C/N la maduración del sustrato es un poco más lenta y en tratamiento 3 la relación C/N con valores de 21/1 la maduración del sustrato es lenta, resultados que manera indirecta influyen en la composición final del sustrato; dado que, para un buen humus en su fase inicial debe tener un balance C/N de 25/1 a 40/1.

#### 4.2 Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana

**Tabla 7**

*Comportamiento reproductivo de Lombriz roja californiana*

Número de tratamientos	Sustrato		Lombrices			
	Fruta	Hortaliza	Con Cítelo	Sin Cítelo	Total Iniciales	Total, Finales
T1	70 %	30 %	200	200	400	553
T2	50 %	50 %	200	200	400	605
T3	30 %	70 %	200	200	400	606

Interpretación:

En la tabla 7 se observa que en cada tratamiento se aplicaron lombrices con y sin cítelo que es la parte del cuerpo que sólo se desarrolla en la época reproductora de las lombrices, en los tratamientos T1, T2 y T3 en función a la composición del sustrato de cada tratamiento, se observa incremento de número de lombrices, partiendo de 400 unidades a 553, 605 y 606 respectivamente para cada tratamiento lo que nos indica que la alimentación adecuada para la reproducción de las lombrices sería el tratamiento 3 que corresponde a una relación de 30 % de frutas y 70 % hortalizas.

#### 4.3 Analizar la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus

**Tabla 8**

*Control de pH por tipo de tratamiento*

Fechas	pH			Rango pH NTP201.208:2021
	Número de tratamiento			
	T1	T2	T3	
03/10/2022	7,85	8,06	7,82	
10/10/2022	7,95	8,08	8,09	
13/10/2022	7,90	8,00	8,00	
17/10/2022	7,87	7,96	7,93	
20/10/2022	7,85	7,90	7,85	
24/10/2022	7,76	7,80	7,82	
27/10/2022	7,76	7,76	7,76	6,5 – 8,5
31/10/2022	7,71	7,70	7,70	
03/10/2022	7,69	7,67	7,64	
07/10/2022	7,67	7,66	7,58	
10/10/2022	7,66	7,80	7,50	
14/10/2022	7,65	7,54	7,47	

Interpretación:

En la tabla 8, se muestra los valores de pH controlados en los tres tratamientos T1, T2 y T3 donde se muestra valores de pH que se encuentran dentro del rango óptimo según la NTP201.208:2021.

**Tabla 9**

*Control de temperatura por número de tratamiento*

Fechas	Temperatura		
	T1	T2	T3
03/10/2022	17°C	17°C	17°C
06/10/2022	17°C	17°C	17°C
10/10/2022	17°C	17°C	17°C
13/10/2022	17°C	17°C	17°C
17/10/2022	18°C	17°C	17°C
20/10/2022	18°C	18°C	18°C
24/10/2022	18°C	18°C	18°C
27/10/2022	19°C	18°C	19°C
31/10/2022	19°C	19°C	19°C
03/10/2022	19°C	19°C	19°C
07/10/2022	20°C	19°C	19°C
10/10/2022	20°C	19°C	19°C
14/10/2022	20°C	20°C	20°C

Interpretación:

En la tabla 9 se observó que las lombrices se encontraban en un sustrato frío con una temperatura de 15 °C y estas se adaptaron rápidamente a las condiciones ambientales de la nueva cama donde se encontraba el sustrato y los residuos de frutas y hortalizas siendo de 17 °C, en el proceso llegando hasta los 20 °C, estando dentro de los parámetros que nos da la NTP201.208:2021.

**Tabla 10***Parámetros Fisicoquímicos del humus obtenido*

Número de tratamientos	Parámetros Fisicoquímicos	Unidades	Resultado de laboratorio	Valores NTP201.208:2021
T1	pH	-	7,65	6,5 – 8,5
	Temperatura	°C	20	15 - 24
	Humedad	%	55,03	35 - 50
	Nitrógeno	%	1,01	0,3 – 1,5
	Fosforo	%	0,96	0,1 - 1
	Potasio	%	0,95	0,3 - 1
T2	pH	-	7,54	6,5 – 8,5
	Temperatura	°C	20	15 - 24
	Humedad	%	51,57	35 - 50
	Nitrógeno	%	0,96	0,3 – 1,5
	Fosforo	%	1,01	0,1 - 1
	Potasio	%	0,89	0,3 - 1
T3	pH	-	7,47	6,5 – 8,5
	Temperatura	°C	20	15 - 24
	Humedad	%	56,75	35 - 50
	Nitrógeno	%	0,98	0,3 – 1,5
	Fosforo	%	1,39	0,1 - 1
	Potasio	%	1,36	0,3 - 1

**Interpretación:**

En la tabla 10 se tomó una muestra de cada tratamiento, siendo cada una de 500 g para realizar su respectivo análisis en los Laboratorios CERPER que se encuentra acreditado ante INACAL; donde se determinaron las cantidades de nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K) y humedad; los resultados indican que el tratamiento T3 presenta los valores más altos de P y K (1,39, 1,36) respectivamente, sobrepasando los requisitos que nos da la Normativa Técnica Peruana y el T1 siendo el más óptimo.

El T1 se encuentra dentro de todos los valores recomendados por la Normativa Técnica Peruana, siendo la humedad el único que se excede, debido a que el proceso de vermicompost recién se encontraba en la fase de maduración y estaba “fresco”.

El T2 al igual que el T1 la humedad excede los valores recomendados al igual que el fosforo, pero este último se excede una cantidad mínima a lo recomendado, lo cual indicaría que este tratamiento está llegando a su fase de maduración.

Por último, el T3 excede los valores de humedad, fósforo y potasio, siendo este el único de los 3 tratamientos quien se excede más parámetros. Por lo tanto, este tratamiento aún no se encuentra en la fase de maduración y como resultado el T1 es el único con los valores dentro de lo sugerido a excepción de la humedad que se excede por lo ya explicado anteriormente.

#### 4.4 Determinar el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos

Los costos de producción de compost son mínimos, dado que se utiliza residuos orgánicos para la reproducción de las lombrices y estas mejoran la producción de humus, siendo este un abono orgánico y tiene como beneficio positivo para las prácticas agrícolas debido a que actualmente se presenta escasez de abonos inorgánicos sintéticos, y estos están escasos y eleva los costos en las prácticas agrícolas; por lo que representa esta alternativa viable de producción de humos y saludable

**Tabla 11**

*Cuadro comparativo de costos de humus y abonos inorgánico -Parámetros*

TRATAMIENTO	SIEMBRA DE SUSTRATO	SUSTRATO FINAL	HUMUS OBTENIDO
T1	0,6 kg	0,777 kg	0,177 kg
T2	0,6 kg	0,768 kg	0,168 kg
T3	0,6 kg	0,793 kg	0,193 kg
TOTAL			0,538 kg

Interpretación:

Como se aprecia en la tabla 11 el tratamiento T3 obtuvo la mayor producción de humus mediante los residuos orgánicos con 0,193 kg, con una siembra de 2 kg de residuos orgánicos tales como frutas al 30 % y hortalizas al 70 %, siguiendo el tratamiento T1 que obtuvo 0,177 kg con 70 % residuos de fruta y 30 % residuos de hortalizas, a diferencia del tratamiento T2 que tuvo la menor producción con 0,168 kg con un porcentaje de 50 % en residuos de frutas y hortalizas.

Obteniendo un total de humus en los tres tratamientos de 0,538 kg se llegó al resultado que el tratamiento T3 es el más óptimo por Análisis de laboratorio comparando sus datos con la norma técnica peruana NTP 201.208 que cuenta con N,

P, K, favorable para las plantas y tenga una mejor referencia para los consumidores de este humus.

## 4.5 Estadística

### 4.5.1 La cantidad de humus está relacionado a la relación C/N (Frutas y Hortalizas)

#### - Hipótesis de prueba

H0 = La cantidad de humus no está relacionado a la relación C/N

H1 = La cantidad de humus está relacionado a la relación C/N

#### - Significancia

$\alpha = 0,05$

#### - Prueba estadística

Correlación de Pearson

Se aplicó la correlación de Pearson debido al comportamiento normal de los datos (véase anexo 2)

**Tabla 12**

*Correlación entre cantidad de humus y relación C/N*

		<b>Cantidad de Humus</b>	<b>Relación C/N</b>
Cantidad de Humus	Correlación de Pearson	1	-0,632
	Sig. (bilateral)		0,565
	N	3	3
Relación C/N	Correlación de Pearson	-0,632	1
	Sig. (bilateral)	0,565	
	N	3	3

- **Decisión estadística**

P-Valor (sig.)  $\leq 0,05$

- **Conclusión**

La cantidad de humus no está relacionado a la relación carbón nitrógeno (tipo de sustrato) puesto que la significancia es menor que 0,05, por tanto, se acepta  $H_0$

**4.5.2 El comportamiento reproductivo (incremento de lombrices) está relacionado a la relación C/N (Frutas y Hortalizas)**

- **Hipótesis de prueba**

$H_0$  = El comportamiento reproductivo no está relacionado a la relación C/N

$H_1$  = El comportamiento reproductivo está relacionado a la relación C/N

- **Significancia**

$\alpha = 0,05$

- **Prueba estadística**

Correlación de Pearson

Se aplicó la correlación de Pearson debido al comportamiento normal de los datos (véase anexo 2)

**Tabla 13**

*Correlación entre Relación C/N e Incremento de Lombrices*

		<b>Cantidad de Humus</b>	<b>Relación C/N</b>
Relación C/N	Correlación de Pearson	1	-0,874
	Sig. (bilateral)		0,323
	N	3	3
Incremento de Lombrices	Correlación de Pearson	-0,874	1
	Sig. (bilateral)	0,323	
	N	3	3

- **Decisión estadística**

P-Valor (sig.)  $\leq 0,05$

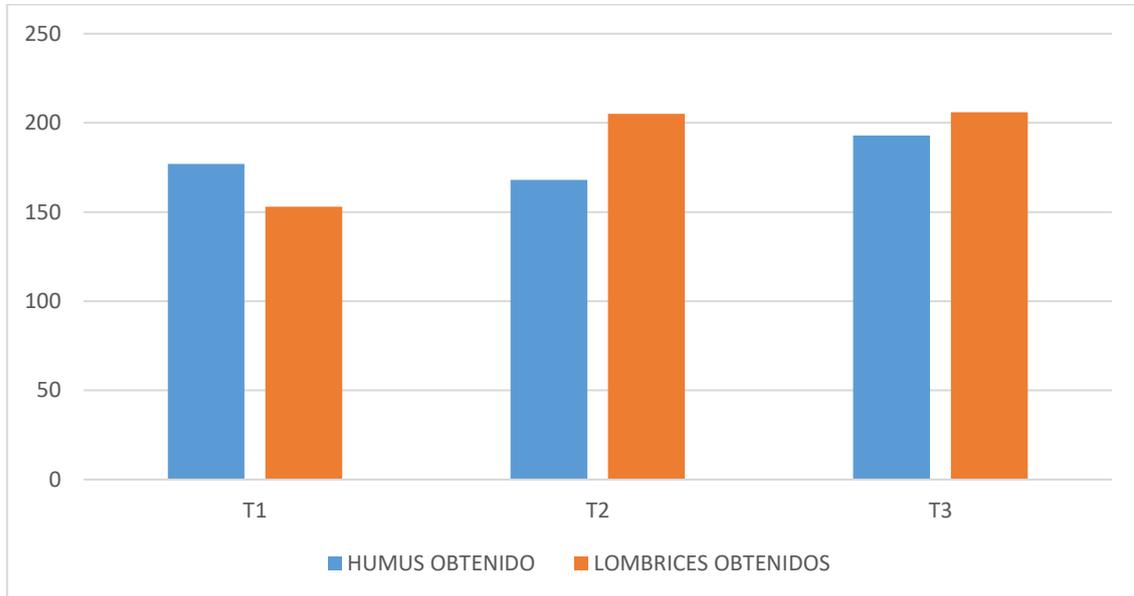
- **Conclusión**

El comportamiento reproductivo no está relacionado a la relación carbón nitrógeno puesto que la significancia es menor que 0,05, por tanto, se acepta  $H_0$

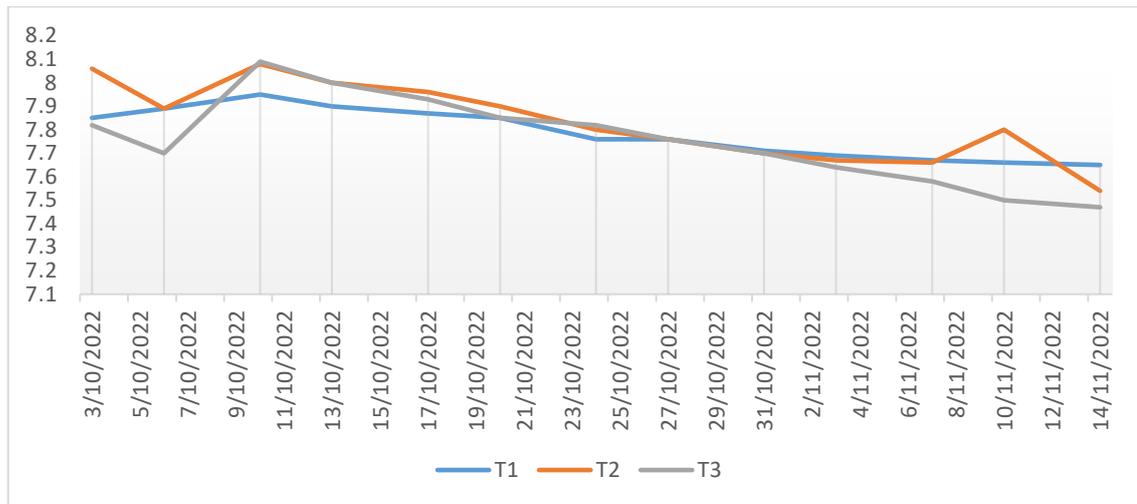
#### 4.5.3 La variación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus mejora sus condiciones de crecimiento de la lombriz roja californiana

**Figura 2**

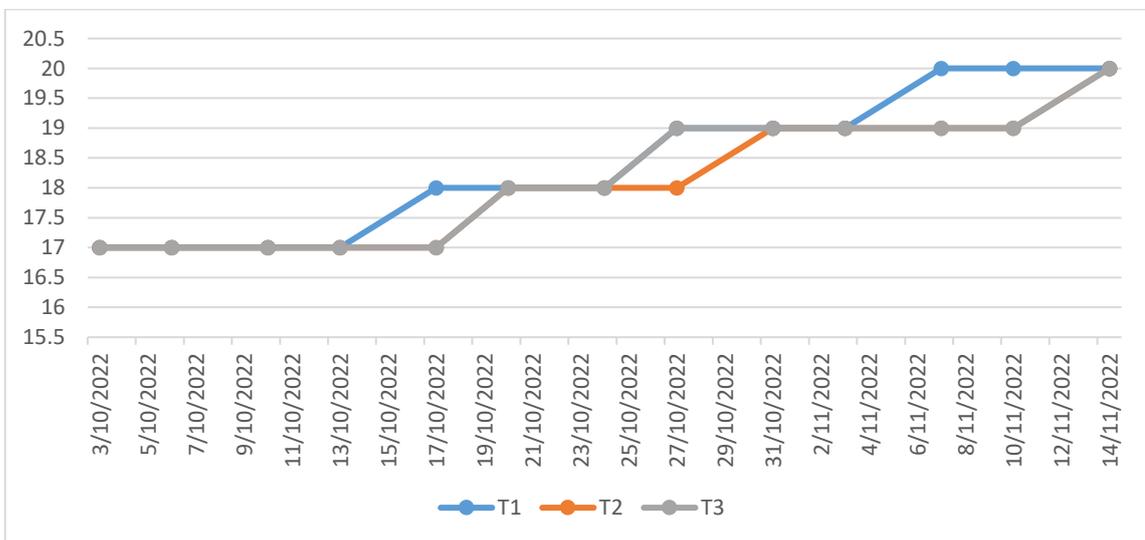
*Lombrices y Humus obtenido*



Nota. Elaboración Propia En la **Figura 2** nos indica que las lombrices rojas californianas tuvieron una mayor reproducción en el T2 y T3 siendo estos donde el porcentaje de hortalizas es mayor o igual al 50 %

**Figura 3***Variación de pH*

Nota. La **Figura 3** muestra el pH del vermicompost de los 3 tratamientos que tuvieron 30 días de incubación, donde el tratamiento 3 tiene el pH máximo de 8,09 y como mínimo de 7,54 en el tratamiento 2

**Figura 4***Variación de Temperatura*

Nota. La **Figura 4** muestra los valores de temperatura tomados de los 3 tratamientos en los 30 días de control de vermicompost que van de 17 °C a 20 °C, llegando todos al mismo valor.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En su estudio de investigación Mas (2019), presenta un estudio experimental de 60 días, refiere que la densidad poblacional de la lombriz está directamente relacionada con el tipo de sustrato en el cual vive, observándose que aumenta en un 72,2 % de la población de lombrices, resultado que se contrasta con este estudio y se incrementa en 30 % en 30 días, determinándose que una relación directa en ambos resultados.

Según Loza M.y Choque B. (2010) en su artículo estudio el comportamiento de la lombriz roja californiana y la silvestre en dos sustratos bosta bobina (estiércol) y rumia bovina (rumia). “Los resultados indican que la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana es mejor en los sustratos de estiércol, en comparación con la lombriz silvestre”, con nuestro estudio realizado podemos indicar que las lombrices rojas californianas también logran una mayor reproducción en sustratos de frutas y verduras con las lombrices rojas californianas.

Santana M. y Turpo G. (2021) en su tesis tiene como objetivo “remediar la salinidad de un suelo utilizando vermicompost elaborado a partir de residuos industriales del olivo en un fundo del Distrito La Yarada-Los Palos”, sus parámetros físico químicos registrados de humedad fueron entre 70 % y 99 %, mientras nuestros datos estuvieron dentro de 50 % y 57 %, estando cerca a los valores recomendados por la Normativa Técnica Peruana.

Los registros de temperatura para la infestación en el estudio fueron de 19,7 °C a 22,3 °C, obtuvieron buena reproducción, y el presente estudio las temperaturas oscilan entre 17 °C y 20 °C, ambos valores coinciden en condiciones adecuadas de infestación de lombrices en el sustrato y esto cumple los requisitos de norma técnica.

Los valores de ambas tesis se encuentran dentro de los valores requeridos que son de 15°C a 24°C estando ambos dentro de los parámetros requeridos y respecto a los datos pH fueron desde 6 hasta 7,5, los nuestros llegando a valores de 7,65, 7,47, 7,54, lo cual muestra un pH principalmente neutro siendo el adecuado para el desarrollo de las lombrices californianas.

Según Limachi E. (2018) en su estudio tiene como finalidad “evaluar el efecto de tres dosis de sustratos en la alimentación de la Lombriz Roja Californiana con estiércol bovino y aserrín descompuesto”, A los 90 días de vermicompost, los resultados evidencian que el tratamiento T2 (Estiércol bovino 50 % + aserrín 50 % + 100 lombrices) “manifiesta ser la mejor en la producción de lombrices adultos con 210, biomasa final

77,51 g”, por tanto los resultados de este estudio en 30 días de vermicompost en el Tratamiento 3 (Frutas 30 % + Hortalizas 70 % + 400 lombrices) se obtuvo la mayor producción de lombrices obteniendo 206 lombrices adultas, resultado que confirma los datos obtenidos y con una biomasa de 51g, por lo que se recomienda la alimentación frutas y hortalizas como sustrato dado que se obtiene buenos resultados productivos y reproductivos que mejora la relación C/N.

Segun (Somarriba Reyes & Guzman Gonzales, 2004)) “Análisis de la influencia de la cachaza de caña y estiércol bovino como sustrato de la lombriz roja californiana para producción de humus”, sus resultados mostraron los valores más altos en porcentaje de contenido en N, P y K en el humus se dio cuando se utilizó como sustrato al: “estiércol bovino (2.36 % de N), cachaza más estiércol (1 .60 %). Los resultados obtenidos en los tratamientos en sus resultaron mostraron que los valores del tratamiento 1 y 2 se encuentran dentro de los parámetros, pero el tratamiento 3 presenta niveles altos de P y K.

Por lo tanto, los tipos de compost tradicionales que se encuentran en el mercado, no garantiza las condiciones de calidad, dado que no presenta su composición de contenido de nutrientes, por lo que con esta producción de sustrato en base a hortalizas y fruta se obtuvieron buenos resultados de contenido de N, P y K, lo que garantiza una producción agrícola con productos orgánicos y su uso en la producción agrícola es beneficiosa para la plantas y frutos; que es beneficioso para el consumidor.

## CONCLUSIONES

Por el medio de la investigación se pudo determinar que el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas es favorable en el reaprovechamiento de los residuos orgánicos (Frutas y Hortalizas), para la obtención de humus, con excelentes contenidos de N, P, K, que será para el desarrollo óptimo de plantas y cultivos.

La composición de los tratamientos 1 y 3 quienes cuentan con una mezcla correcta de frutas y verduras fueron quienes dieron mayor resultado en la producción de humus con 0,177 kg en el tratamiento 1 y 0,193 kg en el tratamiento 2, durante 30 días.

Los tratamientos 2 y 3 que tuvieron mayor porcentaje hortalizas o igual al de las frutas fue su comportamiento reproductivo tuvo un mayor resultado.

Los parámetros fisicoquímicos registrados durante las 4 semanas del compost tuvieron una humedad entre 50 % a 57 %, los registros de temperatura fueron desde los 17 °C hasta 20 °C, respecto a los datos de pH su valor máximo fue 8,09 y el mínimo de 7,47 lo cual indica que es un pH neutro, estando dentro de los valores de la Normativa Técnica Peruana, siendo las medidas indicadas para el desarrollo de las lombrices californianas.

Los costos de producción de humus con la lombriz roja californiana en la compostera que utilizamos durante 30 días, fue positivo con un 30 % de producción de humus, siendo un abono orgánico para las prácticas agrícolas debido a que actualmente se presenta una escasez de abonos inorgánicos sintéticos.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar capacitaciones en el mercado del Distrito de Ciudad Nueva para que los miembros del mercado puedan aprovechar de manera eficiente los residuos orgánicos que general para su propio beneficio a nivel social, ambiental y económico.

Se recomienda a la Municipalidad del Distrito de Ciudad Nueva implementar una planta de vermicompost ya que el proceso de las lombrices tiene una producción de humus acelerado y no genera malos olores ni la presencia de vectores y es económicamente rentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Chuqui, W. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja californiana (Eisenia foetida), Chachapoyas – Perú*. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.
- Cabrera, I. (1988). *Un útil trabajador subterráneo: La Lombriz de Tierra*. La Habana: Ed.Científico – Técnica.
- Chocano Rossi, D. Y., & Veliz Rojas, C. D. (2019). *Determinación del Porcentaje de la Unidad de Compostaje que Puede Ser Reemplazado por Alperujo para la Obtención de un Biofertilizante en la Localidad de Calientes – Tacna*. Tacna: UPT.
- Compagnoni, & Putzolu, L. (1983). *Cría moderna de lombrices, el abono más económico, rentable y Eficaz*. Barcelona: Editorial de Vecchi S.A.
- Emison. (2004). Lombricultura. Retrieved from [www// personal iddeo plantas lombricultura.htm](http://www.personal.iddeo.plantaslombricultura.htm).
- Ferruzzi, C. (1987). *Manual de lombricultura*. Madrid, España.: Mundi Prensa.
- Huaynoca. (2002). *Evolución y Producción de humus lombriz roja californiana Lic. IngenieroAgrónomico*. La paz – Bolivia: Universidad Mayor San Andrés.
- INEI. (2020). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2019 - Gestión de los residuos sólidos en el Perú*. Lima–Perú: INEI.
- Limachi Mendoza, E. (2018). *La Paz, Evaluar el efecto de tres dosis de sustratos en la alimentación de lombriz californiana con estiércol bovino y aserrín descompuesto . Tesis de Pregrado.Paz, Bolivia*. La Paz, La Paz, Bolivia.: Universidad Mayor de San Andrés.
- López, J. M., Hernández, S. M., & Elorza, M. P. (2003). "Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera (*Eisenia andrei savigni*). *Revista Científica UDO Agrícola*. 3(1):, 12-16.
- Loza Murguía, M. C. (2010). *Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato*. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(4), 555-565.
- Loza Murguía, M., & Choque Mamani, B. (2010). *Revista mexicana de ciencias agrícolas. Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato*. La Paz, Bolivia.
- Mas, E. C. (2019). *evaluacion de diferentes sustratos en la produccion de lombriz roja californiana . Tesis Pregrado*. Chachapoyas, Perú.
- MINAM. (2016). *residuos y areas verdes*. Lima: Ministerio Del Ambiente.

- Pati, A. (2002). *Determinación de la calidad de humus de lombriz (Eisenia foetida)*. Lic. *Ingeniería Agronómica*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- PINEDA, R. (1994). *Lombricultura. humus de lombriz y preparación y uso*. Piura: CIPCA.
- Rehecho, S., Hidalgo, O., Garcia-Iñiguez-de-Ciriano, M., Navarro-Blasco, I., Astiasarán, I., Ansorena, D., Calvo, M. (2011). *Chemical composition, mineral content and antioxidant activity of verbena officinalis L.* *Food Science and Technology* 5;44(4), 875-882.
- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual De Compostaje Del Agricultor Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Sánchez-Reyes, C. (2003). *Abonos orgánicos y Lombricultura*. Lima: Ediciones RIPALME.
- Santana Flor, M. L., & Turpo Carcausto, G. A. (2021). *Remediación de suelos salinos con Vermicompost elaborado a partir de residuos industriales del olivo en un fundo del distrito de La Yarada - Los Palos, Tacna, 2021*. Tacna: Universidad Privada De Tacna.
- Somarriba Reyes, R., & Guzman Gonzales, G. (2004). *Análisis de la influencia de la cachaza de caña y estiércol bovino como sustrato de la lombriz roja californiana para producción de humus*. managua - nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Soto-Mora, E., Hernández-Vázquez, M., Luna-Zendejas, H., Ortiz-Ortiz, E., & García-Gallegos, E. (2016). Evaluación del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbono/nitrógeno. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 3(5), 98-102.
- Tenecela Y., X. (2012). *Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos*. Ecuador: Universidad de Cuenca .

**ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos generales	Hipótesis General	Variables	dimensiones	Indicador	Metodología
¿Cuál es el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022?	Determinar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de Ciudad Nueva, Tacna, 2022	Existen diferencias significativas, en el comportamiento reproductivo de la lombriz roja según la composición del sustrato.	<b>Variable Independiente:</b>  -Composición de sustratos	- Residuos de frutas (F) - Residuos de Hortalizas (H)	T 1= 70 %(F)/30 %(H) T 2= 50 %(F)/50 %(H) T 3= 30 %(F)/70 %(H)	<b>Tipo de investigación:</b>  Investigación aplicada
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente			
¿Cuál es la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana?	Determinar la composición del sustrato a partir de residuos de frutas y hortalizas para la producción de humus mediante la lombriz roja californiana.	La cantidad de humus está relacionado a la relación C/N	-Comportamiento reproductivo	-Cantidad de Lombrices con y sin clitelo	-Unidades de Lombrices	<b>Nivel de investigación:</b> Correlacional  <b>Diseño de investigación</b> Experimental
¿Cómo es el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas según la composición de los sustratos?	Evaluar el comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas según la composición de los sustratos	El comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas está relacionado con la composición de los sustratos (C/N)		-Porcentaje de degradación	-Peso de humus obtenido	
¿Cuál es la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus?	Analizar la variación de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus	La variación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de producción de humus mejora sus condiciones de crecimiento de la lombriz roja californiana	Variación de parámetros fisicoquímicos	-Tiempo descomposición		
¿Cuál será el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos?	Determinar el costo beneficio de la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos	Existen un adecuado costo beneficio con la producción de humus de lombriz roja californiana mediante residuos orgánicos		-pH	-Temperatura	

## Anexo 2. Pruebas de normalidad

	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig
<b>Cantidad de Humus</b>	0,975	3	0,694 <sup>b</sup>
<b>Incremento de lombrices</b>	0,764	3	0,31 <sup>b</sup>
<b>Relación C/N</b>	1,000	3	1,000 <sup>b</sup>

## Anexo 3. Panel Fotográfico



Peso lombrices sin cítelo T1



Peso lombrices con cítelo T1



Peso lombrices sin cítelo T2



Peso lombrices con cítelo T2



Peso lombrices sin cíelo T3



Peso lombrices con cíelo T3



Sustrato base para T1, T2 Y T3



Recolección de Residuos Orgánicos en mercado



Armado de camas



Tratamiento 1



Tratamiento 2



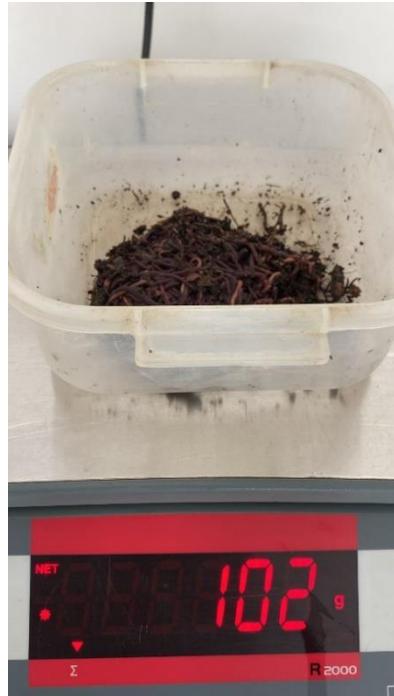
Tratamiento 3



Peso final total de lombrices T1



Peso final total de lombrices T2



Peso final total de lombrices T3



Peso sustrato final T1



Peso sustrato final T2



Peso sustrato final T3



Muestras de T1, T2 y T3 mandadas a analizar

## Anexo 4 Análisis de laboratorio

### Análisis T1

				
<b>PROTOCOLO DE ANALISIS</b>				
<b>Producto :</b>	<b>Compost</b>	<b>Codigo :</b>		
<b>Solicitante :</b>	<b>Universidad Privada de Tacna</b>	<b>Fecha de muestreo :</b>		
<b>Domicilio Legal :</b>		<b>Fecha de recepción :</b>	<b>2022-11-12</b>	
<b>Cantidad recibida :</b>	<b>1 muestra de 500 g</b>	<b>Fecha de inicio del ensayo :</b>	<b>2022-11-14</b>	
<b>Presentación :</b>	<b>En bolsa de plastico cerrada y conservada a temperatura ambiente</b>	<b>Fecha de término del ensayo :</b>	<b>2022-11-22</b>	
<b>Identificado con :</b>	<b>22010056 (EXAG-16106-2022)</b>	<b>Ensayo realizado en :</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>Nitrogeno Total (g/100g)</b>	<b>Fosforo Total (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> g/100g)</b>	<b>Potasio Total (K<sub>2</sub>O g/100g)</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>
<b>Celda de Tratamiento 1 FM: 11/11/2022</b>	1.01	0.96	0.95	55.03

Análisis de N, P, K y Humedad del T1

## Análisis T2

				
<b>PROTOCOLO DE ANALISIS</b>				
<b>Producto :</b>	<b>Compost</b>	<b>Codigo :</b>		
<b>Solicitante :</b>	<b>Universidad Privada de Tacna</b>	<b>Fecha de muestreo :</b>		
<b>Domicilio Legal :</b>		<b>Fecha de recepción :</b>	<b>2022-11-12</b>	
<b>Cantidad recibida :</b>	<b>1 muestra de 500 g</b>	<b>Fecha de inicio del ensayo :</b>	<b>2022-11-14</b>	
<b>Presentación :</b>	<b>En bolsa de plastico cerrada y conservada a temperatura ambiente</b>	<b>Fecha de término del ensayo :</b>	<b>2022-11-22</b>	
<b>Identificado con :</b>	<b>22010056 (EXAG-16106-2022)</b>	<b>Ensayo realizado en :</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>Nitrogeno Total (g/100g)</b>	<b>Fosforo Total (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> g/100g)</b>	<b>Potasio Total (K<sub>2</sub>O g/100g)</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>
<b>Celda de Tratamiento 2 FM: 11/11/2022</b>	0.96	1.01	0.89	51.57

Análisis de N, P, K y Humedad del T2

## Análisis T3

				
PROTOCOLO DE ANALISIS				
Producto :	Compost	Codigo :		
Solicitante :	Universidad Privada de Tacna	Fecha de muestreo :		
Domicilio Legal :		Fecha de recepción :	2022-11-12	
Cantidad recibida :	1 muestra de 500 g	Fecha de inicio del ensayo :	2022-11-14	
Presentación :	En bolsa de plastico cerrada y conservada a temperatura ambiente	Fecha de término del ensayo :	2022-11-22	
Identificado con :	22010056 (EXAG-16106-2022)	Ensayo realizado en :		
MUESTRA	Nitrogeno Total (g/100g)	Fosforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/100g)	Potasio Total (K <sub>2</sub> O g/100g)	Humedad (g/100g)
Celda de Tratamiento 3 FM: 11/11/2022	0.98	1.39	1.36	56.75

Análisis de N, P, K y Humedad del T3