

# **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

La lombricultura es una práctica que está en armonía con la naturaleza, ya que se encarga de reciclar y transformar los desechos orgánicos produciendo abono natural, lo cual permite mejorar las condiciones físico químicas de los suelos; esta actividad acelera en forma significativa el retorno de los desechos orgánicos los cuales son aprovechados por las plantas, transformando los suelos áridos en suelos productivos; pues este tipo de alimento aumenta su fertilidad natural. Esta técnica ha despertado interés en países como Estados Unidos, Italia, Argentina, Cuba y Francia, los cuales están procesando grandes cantidades de desechos orgánicos, generando abonos de excelente calidad, los cuales ayudan a evitar el uso indiscriminado de fertilizantes químicos. La técnica de la lombricultura es una alternativa viable eficiente y amigable al medio ambiente, con bajos costos de inversión. La transformación de estos residuos orgánicos produce beneficios mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, permeabilidad, intercambio catiónico. (Edgar, 2018).

Uno de los múltiples beneficios de la lombricultura es la obtención de un abono de excelente calidad capaz de recuperar la fertilidad en suelos áridos y reducir su acidez. La lombriz de tierra es un maravilloso ser viviente que realiza el proceso de alimentarse y transformar cantidades de estiércol para convertirlo en abono orgánico, día a día la lombriz come una cantidad igual a su peso y al término de un año, una enorme cantidad de lombriabono se ha llevado a su transformación para ser utilizado como fuente nutritiva para las plantas. La práctica comprueba que el alimento que pasa por su cuerpo, es transformado, llegando a tener alimentos asimilables por la planta, cinco veces más nitrógeno, siete veces más fósforo, once veces más potasio, dos veces más calcio y dos veces más magnesio que un suelo común. (Mejía, s.f).

La Lombricultura es una actividad agropecuaria que consiste en la crianza técnica de lombrices en cautiverio cuyo objetivo inmediato es la producción de humus de lombriz el cual es un abono enteramente orgánico, y adicionalmente en mayor cantidad de lombrices que se denominara pie de cría o biomasa de lombrices que constituyen una importante fuente de proteína. La lombricultura tiene un enfoque ecológico por el

reciclaje que se realiza con los diferentes sustratos empleados en su alimentación como el estiércol bovino, avícola, residuos orgánica; tiene además un enfoque tecnológico por los fenómenos microbiológicos y bioquímicos que ocurren en el proceso de fermentación de la alimentación de las lombrices a partir de materiales orgánicos, además brinda una repuesta simple racional y económica al problema ambiental.

El humus es el abono resultante de todos los procesos químicos y biológicos sufridos por la materia orgánica en un proceso muy elaborado. El humus de lombriz es el resultado de la transformación digestiva que ejerce este pequeño animal, sobre la materia orgánica.

Es decir, que la lombriz tiene la facultad de biodegradar la materia orgánica en cuestión de horas, lo que en forma natural se demora meses, [gracias](#) a la poderosa acción de su aparato digestivo, generando un producto de textura granular uniforme, forma cilíndrica, coloración café o negro oscuro y con un agradable aroma a tierra fresca; está compuesto por el carbono, el oxígeno, nitrógeno y todos los macro y micro elementos. El humus, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo, (Xavier, 2012).

## ANTECEDENTES

En nuestro país, más concretamente en el departamento de La Paz, se han realizado varias experiencias investigativas con *Eisenia foetida* sobre estudios de densidades de población, tipos de alimentación y producción de humus entre otras, sin embargo, hoy en la actualidad no existen por parte del Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia, (Ministerios de Agricultura y Tierras) un plan nacional, un programa, proyecto o líneas de trabajo que motiven a las instituciones públicas o privadas a que desarrollen este tipo de investigaciones, la cual permitiría la transformación de los desechos agrícolas o animales (vacuno, gallina, cerdo, rastrojo de material vegetal (restos de cocina) orgánico y rastrojo de material vegetal de plantas anuales entre otros, en humus y de esta manera mejorar considerablemente las condiciones de los suelos.

El departamento de Tarija, el área rural, es básicamente agrícola, ya sea en mayor o menor producción, pero todos al final realizan una sobre explotación de los suelos agrícolas y, esto obliga a hacer un uso muy indiscriminado de agroquímicos, provocando una alteración de los ecosistemas, producción de alimentos con altos índices de plaguicidas, que dañan la salud de la población en su conjunto, considero que es de vital importancia que los sectores productivos, revaloricen y volvamos a estas prácticas ecológicas, para demostrar las bondades y los beneficios que genera la lombricultura en favor de la agricultura.

Se tiene un referente sobre la producción de humus, más propiamente en la comunidad de Yesera Sud del departamento de Tarija, se evaluó dos dietas alimenticias con dos tiempos de descomposición de los sustratos en la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana).

Se tiene la microempresa: lombricultura Chura Lombriz, dedicada a la producción de lombrices y humus para jardinería de la ingeniera Lesly Acosta y del señor pescador Erick Rubin productor de lombrices para la pesca (microempresa familiar).

## **JUSTIFICACIÓN**

Al no contar con la información suficiente; de los macronutrientes (N-P-K) del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), este trabajo, enfatizó en el análisis químico del humus en 4 diferentes compuestos orgánicos. Demostrando la diferencia, de la cantidad de macronutrientes, cantidad de cocones, lombrices crías, jóvenes y adultas que se llegó a obtener en cada compuesto orgánico y/o tratamientos.

Tomando en cuenta que los alimentos; son materia orgánica y resaltando la gran importancia de practicar lombricultura, se está contribuyendo en gran medida con el medio ambiente, dando una nueva alternativa a los residuos orgánicos como alimento para las lombrices.

Por ello se realizó esta investigación, para que el productor agrícola, cuente con información científica. Para que pueda aprovechar de mejor manera sus residuos orgánicos y así optar por un sustrato ya sea para producir mayor cantidad de lombrices o una mayor cantidad de macronutrientes (N-P-K).

## **HIPÓTESIS**

En base al suministro de distintos tratamientos como alimento, no existen diferencias significativas, en la producción de cocones, lombrices crías, lombrices jóvenes y lombrices adultas. Y se dio la mejor respuesta en cuanto a la cantidad de macronutrientes N-P-K.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Evaluar la producción de humus de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*), en 4 tratamientos diferentes; estiércol bovino, estiércol avícola, residuos de material vegetal orgánico restos de cocina y residuos de material vegetal de árboles, empleando métodos estadísticos y de laboratorio con el fin de contribuir a la producción de abonos orgánicos para una agricultura sostenible.

**Objetivos específicos**

- Determinar la biomasa inicial y final de la lombriz roja californianas (*Eisenia foetida*), como suministro de distintos tratamientos como alimento.
- Determinar la cantidad de cocones, lombrices crías, jóvenes (sin clitelo) y adultas (con clitelo).
- Determinar la cantidad de macronutrientes (N-P-K) del humus obtenido en las 4 composteras.
- Determinar el pH, textura y color del humus obtenido de los 4 tratamientos en el ensayo experimental.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. HISTORIA DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA**

El origen de la agricultura se remonta a 10.000 años antes de Cristo en la región de Egipto y Mesopotamia. Los egipcios tenían una gran admiración por las lombrices, y sabían que, a estos animales, se les debe, en gran parte, la fertilidad del Valle de Nilo. Pero fue Aristóteles, en la historia de la lombricultura, quien bautizó a las lombrices como los intestinos de la tierra por su movilidad dentro del suelo y por los beneficios evidentes que están representando para los suelos.

Ya hace más de tres mil años Antes de Cristo la civilización de los Sumerios, conocidos por sus adelantos agrícolas y de ser uno de los primeros pueblos en dejar de ser nómades, y que les dieron importancia a las lombrices. Establecían la calidad de los suelos de cultivo sobre la base de la densidad de lombrices que encontraban al excavar un hueco en la tierra.

La reina Cleopatra del antiguo Egipto le confirió el título de «animal sagrado», se consideraba a la lombriz como animal enormemente valioso. Ello llegaba al extremo, que se tenían previstos castigos muy rigurosos, incluso la pena de muerte para quien intentare exportar fuera del reino una sola lombriz. Uno de los acontecimientos anuales que se producía en el antiguo Egipto era el desbordamiento de las aguas del río Nilo, las que al retirarse dejaban sobre el suelo una capa de limo, el cual, bajo el trabajo de una variedad muy activa de lombrices, era humificado y lograba que el nivel de fertilidad de esas tierras fuera realmente excepcional. Este pueblo valoró la actividad que realizaban las lombrices, a tal punto que se la diosificó, castigando por lo tanto a los que no la cuidaran. (Mejía, s.f).

En la antigua Grecia entre los años 343 a. C. Aristóteles en su obra "Historia Animalium", no solo trató la primera clasificación de estos seres vivos, sino que

enunció a través del método inductivo que estos seres eran los intestinos de la tierra y que contribuían a su productividad.

Carlos Linneo (1700 - 1778) también se preocupó de las lombrices al escribir "Lumbricus Terrestris". Su mérito radica en precisar el concepto de especie y en establecer las bases de toda la clasificación del mundo viviente válida hasta nuestros días. (Mejía, s.f).

En el año 1775, Sir Gilbert White conoció a través de sus estudios la extraordinaria importancia de la lombriz, y escribió el primer libro sobre el tema " La lombriz promotora de la vegetación".

Lo más importante de este libro fue que casualmente a la edad de ocho años Charles Darwin (1809 - 1882) lo leyó, y le produjo tal motivación que lo llevo a estudiar e investigar las lombrices hasta el día en que falleció. A Charles Darwin se lo conoce comúnmente por la "Teoría de las especies y su evolución", desconociéndose el hecho que escribió el libro "La Producción de Tierra Vegetal por Medio de las Lombrices", donde plasmó sus estudios e investigaciones, después de más de cien años de su muerte sigue teniendo vigencia y es considerado la Biblia de los lombricultores. (Mejía, s.f).

Pero sólo hasta 1880, no se tuvo datos científicos sobre este anélido. Charles Darwin a pesar de sus estudios de tecnología, se interesó por las lombrices desde temprana edad y fue así que escribió el libro "The formation of vegetable mould through the action of worms, with observation on their habits"( La formación de moho vegetal por acción de las lombrices, con observación de sus hábitos ) en 1881, que traducido al español se puede resumir así: La Formación de la Tierra Vegetal por Acción de las Lombrices, en dicho libro Darwin indica: «el arado es una de las más antiguas y útiles invenciones del hombre, pero mucho antes de que él existiera, la tierra era arada regular y continuamente por las lombrices. Probablemente el hombre; reconocerá un día la gigantesca obra que realizan estos anélidos».

La importancia de los conocimientos de Darwin, radican en el estudio profundo de la biología de la lombriz, sus hábitos y hábitat, además del método de investigación

llevado a cabo. Todo lo anterior le ha merecido al famoso sabio ser considerado como el padre de la lombricultura. (Mejía, s.f).

Pocos años después, en 1900 el Dr. George Sheffield continúa los estudios de Darwin en su libro " Nuestra Amiga la Lombriz", donde demuestra la mayor productividad del huerto gracias a la presencia de lombrices en el suelo.

La necesidad de poder administrar este espléndido recurso que es la lombriz, llevó a Thomas Barret en 1930 a iniciar un proceso de domesticación que luego de 16 años de trabajo le permitió criarla en cautiverio y en densidades aceptables.

La lombriz para beneficio económico se dice que se utilizó por primera vez en Estados Unidos de Norteamérica en 1974 cuando un primo del Presidente Cárter, utilizando un ataúd, sembró lombrices que posteriormente le reportaron jugosas ganancias. Más recientemente, la explotación de lombrices conllevó a serias investigaciones a fin de lograr una lombriz que se pudiera criar en cautiverio, que tuviera una vida duradera y un periodo de reproducción corto; es así como en la Universidad Agrícola de California se obtiene el híbrido rojo californiano, el más usado recientemente en el mundo para la fabricación del humus de lombriz. (Mejía, s.f).

## **1.2.ORIGEN**

Las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) fueron criadas intensamente a partir de los años 50 en California. Esta especie es originaria de Eurasia; y en alguna literatura no científica se denominó "rojo híbrido" lo que ha dado lugar a no pocas confusiones ya que no se trata de un híbrido sino de una lombriz que al igual que el resto de sus parientes es el resultado de la selección natural siendo la especie más cultivada en el mundo entero (Paco, 2011).

## **1.3. LA LOMBRICULTURA**

El importante problema de la eliminación de los residuos urbanos, puede solucionarse, en parte, con el uso de las lombrices, para transformar esos residuos en abono orgánico. (Xavier, 2012).

En las últimas décadas, el desarrollo tecnológico en el sector agropecuario ha promovido el incremento en la producción de nuevas cosechas con altos rendimientos a través del uso de agroquímicos como coadyuvantes en el proceso productivo.

La cría intensiva de las lombrices de tierra no es una actividad nueva en el mundo. El auge de los cultivos llamados orgánicos, generó una demanda adicional sobre el fertilizante natural que el desarrollo de la lombricultura ha posibilitado.

Se trata de un manejo integral de la actividad, que abarque desde el proceso de cría, reproducción y tratamiento del humus hasta todos los aspectos relacionados con una correcta comercialización. Este fertilizante orgánico por excelencia es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Puede servir como abono natural, mejorador del suelo y enmienda orgánica.

Por lo tanto, esta tecnología blanda contribuye a solucionar dos de los problemas ambientales a los que debemos enfrentar en la actualidad: la acumulación incontrolada de grandes concentraciones de residuos orgánicos en los vertederos y la necesidad de materia orgánica en los suelos agrícolas. (Xavier, 2012).

#### **1.4. DEFINICIÓN DE LA LOMBRICULTURA**

Consiste en la crianza y el manejo de lombrices en condiciones de cautiverio, se la utiliza como una herramienta de trabajo; recicla todo tipo de materia orgánica y la finalidad primordial de este trabajo es la de obtener el producto de sus excretas comúnmente llamado humus y la lombriz propiamente dicha como fuente de proteína. (Acosta, 2021).

#### **1.5. HUMUS DE LOMBRIZ**

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndolo más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada. (Mejía, s.f).

## 1.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMUS SÓLIDO

CUADRO N° 1

### Composición química del humus

Humedad	30-60%
pH	6.8 – 7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2 – 8%
Potasio	1 - 2.5%
Calcio	2 – 8%
Magnesio	1 -2.5%
Materia Orgánica	30 - 70%
Carbono orgánico	30 - 70%
Ácido fulvónicos	14 – 30%
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10 – 11%

Fuente: Torrea, 2008.

## 1.7. CARACTERÍSTICAS DE LA LOMBRICULTURA

### 1.7.1. Ventajas de la Lombricultura

En la actualidad, la población empieza a ver la necesidad, de evitar los abonos químicos que causan daño en la salud, por ese motivo, se está optando, por la utilización de abonos orgánicos. El abono orgánico no necesita de mucha inversión, se pueden realizar de desechos y materia orgánica, paralelamente se fortalecen los cultivos, se mejora la flora microbiana y se controlan las plagas.

La lombricultura hoy en día es una actividad alternativa en la agropecuaria, que se rige por normas similares a las utilizadas para la producción de cualquier animal doméstico,

requiriendo conocimientos sobre la biología de los anélidos y sobre la tecnología para su crianza, alimentación y reproducción. (Edgar, 2018).

La lombricultura es una biotecnología que busca aprovechar los residuos orgánicos generados en la producción agrícola para su transformación a través de la acción digestiva de la Lombriz Roja Californiana, el resultado es la producción de humus o lombricompuesto, el cual es un abono orgánico de alta calidad que contiene macro elementos como son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio, los cuales son requeridos para la adecuada absorción de los suelos.

La Lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz (*Eiseina foetida*), como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo “humus”, “carne” y “harina de lombriz”. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. La Lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales. El lombricompuesto es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción.

La producción de humus es amigable con el medio ambiente, orientado a disminuir niveles de contaminación y reducir riesgos relevantes para el medio ambiente y la población, así como a proteger y optimizar el uso racional de los recursos naturales.

### **1.7.2. Propiedades químicas, físicas y biológicas del lombricompuesto**

Este abono orgánico es de color café oscuro, su olor es similar al de tierra de bosque, liviano y rico en enzimas. Es importante aclarar que de acuerdo a las propiedades que tiene el lombricompuesto este funciona como abono y acondicionador de suelos.

#### **1.7.2.1. Propiedades Químicas**

- Incrementa la disponibilidad de fósforo, azufre pero fundamentalmente de nitrógeno.

- Incrementa la eficiencia de la fertilización del suelo.
- Estabiliza la reacción del suelo.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos, bacterias que afectan a las plantas.

#### **1.7.2.2. Propiedades Físicas**

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados, compactos y ligosos así como los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora su porosidad.
- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

#### **1.7.3. Propiedades biológicas**

- El humus de lombriz es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

(Ruiz, 2005, citado por Wilfredo, 2016).

### **1.8. CARACTERÍSTICAS DEL HUMUS SÓLIDO**

- Es de color oscuro con un agradable olor a mantillo de bosque.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana, que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser asimilados por las raíces, por otra parte, impide que dichos nutrientes sean llevados por el agua de riego y así los mantiene por más tiempo en el suelo.

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos comparados con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Contiene alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de nutrición, cuya actividad residual en el suelo dura hasta los cinco años.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por comprensión natural o artificial.
- Posee alta carga microbiana que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas.
- Es un fertilizante bio-orgánico activo emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas.
- Puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas.
- Actúa mejorando la estructura, textura, infiltración, porosidad de los suelos, permitiendo mayor desarrollo del sistema radicular de los vegetales.
- Mayor capacidad de retención hídrica.
- Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadores directamente del terreno a la planta. (Xavier, 2012).

#### **1.8.1. Efectos del humus**

- El efecto del humus de la lombriz mejora la asimilación de abonos minerales, en el suelo y en las plantas, dando un mejor aprovechamiento a los residuos orgánicos.

- Incremento de producción.
- Mejora el calibre y coloración del fruto.
- Adelanto de la maduración.
- Disminución de la clorosis.
- Aumento de las yemas florales.
- Reducción de las crisis producidas por el trasplante, bajada de temperatura etc.
- Mejora la estructura y textura del suelo, ayuda a la circulación del aire y agua.
- Mejora el desarrollo radicular dando lugar a mayor vigor en la parte aérea de la planta.
- Produce una mayor población de organismos benéficos en el suelo.
- Libera los nutrientes existentes en el suelo.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico. (Xavier, 2012).

### **1.9.- SITUACIÓN MUNDIAL**

A nivel mundial los países que demandan de forma permanente productos orgánicos son: Europa, Asia y América del Norte, sin embargo, son pocos los productores orgánicos que cubren esta demanda, por lo que estos países están exigiendo que se incremente la producción de abonos orgánicos.

Los principales países productores de América Latina son: Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador. Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana.

Filipinas es uno de los mayores productores de harina de lombriz para consumo humano, ya que la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad como en precio.

En el entorno mundial tampoco se dispone de información adecuada para determinar la tendencia del mercado de los bio-insumos, sin embargo, se encuentra estudios acerca de la agricultura orgánica, que dentro de sus objetivos manifiesta la intención de que los consumidores no se alimenten con productos que contengan químicos y así evitar los riesgos que estos traen para la salud humana.

## 1.10. ESTUDIO Y CLASIFICACIÓN DE LAS LOMBRICES

Desde el punto de vista ecológico las lombrices se clasifican en:

**1.10.1. Endógenas:** Viven en niveles profundos del suelo, donde cavan galerías y se alimentan de la materia orgánica y minerales presentes. Poseen baja tasa de reproducción y no desarrollan pigmentos.

**1.10.2. Anécicas:** Cavan galerías en el suelo en forma de “U” donde pasan la mayor parte de su tiempo. Por la noche salen a la superficie en busca de restos orgánicos, los cuales introducen en el suelo y los ingieren junto con partículas minerales. Este tipo de lombrices cumplen un papel muy importante en la aireación y el condicionamiento del suelo (desmenuzamiento, neutralización del pH, aporte de microorganismos, etc.). A este grupo pertenece la lombriz de tierra o lombriz común.

**1.10.3. Epigeas:** A este grupo pertenecen las lombrices utilizadas en lombricultura. Viven en la superficie de los suelos, en acumulaciones de materia orgánica y no cavan galerías. Estas características originan que estén en constante peligro, ya sea por la acción directa del hombre o por otras causas, como inundaciones, frío, incendios, escasez de comida, etc. No obstante, este grupo posee determinadas características que les permiten sobrevivir, como son: su alta capacidad de reproducción, de aprovechamiento de alimentos y su capacidad para producir capullos resistentes. (Xavier, 2012).

## 1.11. TAXONOMÍA

### 1.11.1. Clasificación taxonómica

Reino: Animal

Sub reino: Metazoos

Tipo: Anélido

Clase: Cliteliados

Orden: Oligocoquetos

Familia: Lumbricidae

Género: Eisenia

Especies: Foetida

**Fuente:** Ostria, 1994, citado por Flores, 2014.

## 1.12. CARACTERÍSTICAS DE LA LOMBRIZ

### 1.12.1. Características morfológicas de la lombriz roja californiana

Entre las características morfológicas externas más importantes de la Eisenia foetida tenemos las siguientes:

- **Color:** Eisenia foetida tiene un color rojizo intenso, razón por la cual se le conoce con el nombre de Roja Californiana, el color no siempre lo determina el pigmento en la piel de la lombriz, sino a veces la sangre o el contenido del intestino.
- **Tamaño y peso:** La lombriz californiana adulta mide aproximadamente de 3 a 10 cm y de 3 a 5 mm de diámetro y pesa 1 gramo.
- **Forma:** El cuerpo de las lombrices tiene una forma cilíndrica, pero pueden existir secciones cuadrangulares, la sección posterior puede ser achatada, la superficie dorsal surcada a lo largo.
- **Segmentos:** Llamadas también metámeros, son los anillos que conforman el cuerpo de la lombriz.

- **Surcos intersegmentarios:** Son surcos con forma de anillos, los cuales se encuentran entre segmentos sucesivos y se pueden reconocer en la pared del cuerpo de la lombriz por el menor espesor del epitelio e intervención de la musculatura circular.
- **Prostomio:** Es una pequeña protuberancia dorsal que comienza en el primer segmento del cual está separado por un surco
- **Peristomio:** Es el primer segmento, envuelve la boca y no tiene quetas o cerdas, su superficie es lisa y está recorrida por numerosos surcos longitudinales.
- **Quetas o cerdas:** Son estructuras primariamente locomotoras formadas en invaginaciones de la piel. Es uno de los principales caracteres taxonómicos externos. Están presentes a partir del segundo segmento y ausentes en la última porción del cuerpo, la cual no se enumera como segmentos, el pigidio.
- **Poros dorsales:** Son pequeñas aberturas ubicadas en los surcos intersegmentarios a lo largo de la línea media dorsal, son difíciles de observar.
- **Metridioporos:** Son aberturas excretoras presentes a lo largo del cuerpo de la lombriz, un par en cada segmento.
- **Poros espermatecales:** Raramente ausentes, en general ubicados en algunos surcos intersegmentarios pre-clitelaes.
- **Poros femeninos:** En general ubicados en el segmento 14.
- **Poros masculinos:** Son las aberturas de los canales que transportan el semen. En general hay un par ubicado después de los poros femeninos, en el segmento 15.
- **Surcos seminales:** Es un par de surcos transitorios formados durante la cópula y van desde los poros masculinos hasta el clitelo.
- **Clitelo:** Es un espesamiento glandular, superficial en algunos segmentos. Se encarga de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsula donde se alojan los huevos. Puede tener una forma anular, es decir que envuelve completamente los segmentos en los cuales se encuentran o tienen la forma de una silla de montar cuando no envuelve la parte ventral de los segmentos.

(Tineo, 1994; Cristales, 2000; Ferruzzi, 1987; Terranova, 1995; Santos, 2000. Citado por Alas, 2003; Alvarenga, 2003).

### **1.12.2.- Características anatómicas**

Estos caracteres se pueden observar después de realizar la disección de la lombriz, con la ayuda de instrumental óptico adecuado. Algunas características internas más importantes son:

- Pared del cuerpo: Está cubierta interiormente por un peritoneo delgado y liso, entre las fibras musculares circulares hay células pigmentarias, tejido conjuntivo y capilares sanguíneos. No hay esqueleto.
- Tabiques: También llamados septos, son las paredes que separan los segmentos sucesivos que están formados por el peritoneo, una de las capas de la pared de lombriz. Se denotan con fracciones, es decir, el tabique o septo 9/10 es el que separa los segmentos 9 y 10. En general no se encuentran en los primeros segmentos.
- Faringe: Es el primer compartimiento del tubo digestivo que sigue a la boca, después de esto continúa el esófago.
- Molleja: Es la parte gruesa y musculosa del tubo digestivo que puede estar situada en el esófago, la molleja esofágica, o en el comienzo del intestino, molleja intestinal.
- Buche: Es ancho y de paredes delgadas y está situado entre el esófago y la molleja.
- Esófago: Es recto y alargado, en el cual desembocan 3 glándulas calcíferas.
- Glándulas de Moren: Son las que se encargan del metabolismo del calcio cuando existen, están ubicadas en el esófago.
- Intestino: Se puede reconocer gracias a la transición brusca con el esófago y muchas veces por la presencia de válvulas.
- Ciegos intestinales: Son los apéndices huecos terminados en fondo de saco que aparecen en el trayecto del intestino.

- Nefridios: Es el órgano central del sistema excretor. Se denominan holonefridios cuando tienen un par de nefridios por segmentos y meronefridios cuando tienen más de un par de nefridios por segmentos.
- Bazo dorsal y ventral: Dentro del aparato circulatorio son los principales. El bazo dorsal se ubica sobre el tubo digestivo y el bazo ventral debajo de éste. El bazo dorsal puede ser doble en algunos segmentos de la parte delantera del cuerpo.
- Bazo supra-intestinal y supra-esofágico: Bazo impar, no siempre presente, situado longitudinalmente entre el esófago – intestino y el bazo dorsal.
- Bazo extra-esofágico o latero-esofágico: Bazo par que corre a los lados del esófago, longitudinalmente, entre este y los corazones a veces se fusionan en un bazo único sobre el esófago.
- Corazones: Son asas pares, contraídas situadas en la región esofágica del cuerpo, ligando los bazos dorsal y supra-intestinal con el ventral. Pueden ser de 3 tipos: corazones laterales, son los que se ligan directamente al bazo dorsal con el ventral; corazones intestinales o esofágicos, cuando existen son los que conectan directamente el bazo supra-intestinal con el ventral; corazones latero-intestinales o latero-esofágico, cuando existen son los que ligan el bazo dorsal y el supra-intestinal con el ventral.
- Testículos: Están presentes de uno o dos pares de tamaño pequeño y ubicados ventralmente antes de los segmentos 10 y 12, rara vez más adelante.
- Pabellones testiculares: Es la parte anteriormente alargada y generalmente plegada a los canales deferentes, corresponde uno para cada testículo y se les identifica por el color blanco brillante, debido a los espermatozoides aglutinados.
- Canales deferentes o conductos masculinos: Son los que permiten la salida de los espermatozoides, correspondiendo uno para cada testículo. Se prolongó hacia la parte trasera del cuerpo y después de un determinado número de segmentos se abren a través de los poros masculinos, después de los pabellones

testiculares los canales pueden formar un ovillo más o menos compacto, el epidídimo, están ubicados generalmente abajo del peritoneo, ventralmente.

- Sacos testiculares: Son las cámaras que envuelven a los testículos y pabellones testiculares, formados por el peritoneo, no están siempre presentes.
- Vesículas seminales: Son invaginaciones pares del tabique posterior y/o anterior de los segmentos testiculares. Son voluminosos y blandos, debido a los espermatozoides en su interior.
- Ovarios: Están presentes en general un par y entonces las lombrices se denominan metaginadas. Es poco frecuente cuando las lombrices tienen dos pares, en este caso se denominan hologénicas, se les encuentra comúnmente en el segmento número 13.
- Ovisacos: Son ovaginaciones pares del tabique posterior del segmento que contiene el ovario, no siempre están presentes.
- Espermatecas: Son los sacos que reciben los espermatozoides de la otra lombriz durante la cópula, es extraño cuando no están presentes. (Tineo, 1994; Cristales, 2000; Ferruzzi, 1987; Terranova, 1995; Santos, 2000. Citado por Alas y Alvarenga, 2003).

### **1.12.3. Sistema respiratorio**

La respiración es cutánea, a través de la piel. La organización del sistema circulatorio permite que la sangre circule por capilares que se ubican junto a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, lo que favorece la absorción de O<sub>2</sub> y la liberación de CO<sub>2</sub>. Por tal motivo, las lombrices necesitan tener la piel húmeda para poder captar el oxígeno, ya que en un medio muy seco no se podría llevar a cabo el intercambio.

Igual ocurre con un medio muy anegado, porque, aunque estos animales soportan la sumersión, si ésta se prolonga podría provocar la muerte por asfixia.

### **1.12.4.- Sistema digestivo**

Es recto y consta de una boca sin dientes, a la cual le siguen la faringe y el esófago. En este último se encuentran a ambos lados las glándulas calcíferas, las cuales segregan carbonato de calcio.

Esta sustancia tiene la propiedad de neutralizar los ácidos de los alimentos.

Una vez que el alimento ha llegado al esófago pasa al buche, a la molleja y de ahí al intestino, donde actúan enzimas degradando los alimentos en sustancias más simples. Las deyecciones salen a través del ano enriquecidas por microorganismos propios de su flora bacteriana. Las lombrices consumen diariamente una cantidad de alimento equivalente a su peso corporal.

#### **1.12.5. Sistema circulatorio**

La sangre de las lombrices contiene un pigmento parecido a la hemoglobina y circula a través de un sistema de vasos: el longitudinal dorsal, el ventral y el subneural, además de otros vasos pulsátiles (corazones) ubicados alrededor del esófago que la impulsan hacia la parte posterior del cuerpo del animal.

El número de corazones varía según la especie. Mediante este sistema se absorben las sustancias alimenticias del intestino, se transporta el oxígeno a todo el cuerpo y se libera dióxido de carbono a través de la piel.

#### **1.12.6. Sistema excretor**

Las lombrices poseen un par de nefridios por segmento, los cuales son unos simples tubitos por donde se eliminan las sustancias de desecho al exterior a través de estructuras denominadas poros, nefridiosporos o nefridioros. Estos se comunican con unos embudos de células ciliadas que capturan las sustancias de desechos contenidas en el líquido celomático provenientes de la pared del cuerpo y el tubo digestivo.

Mediante este sistema se realiza la filtración, reabsorción y secreción.

#### **1.12.7. Sistema nervioso**

Es ganglionar, representado por un par de ganglios cerebroides que se encuentran por encima del esófago. Existen dos conectivos que rodean la faringe y se comunican con los ganglios subfaringeos bilobulados. Desde aquí sale el cordón nervioso ventral que se extiende por la parte ventral del celoma hasta el último somito que corresponde al ano. En cada somito se presenta un ganglio derivado de este, desde el cual emergen

tres pares de nervios laterales de donde salen las fibras sensitivas y las fibras motoras. Estas controlan los movimientos musculares en todas sus funciones, además de recibir las sensaciones luminosas y de tacto que orientan a la lombriz.

#### **1.12.8. Sistema locomotor**

En el sistema locomotor de la lombriz intervienen los músculos, el líquido celómico y las quetas. Para avanzar, la lombriz apoya las quetas en el sustrato, y el líquido celómico ayudado por los músculos, se dirige hacia delante, acortándose la parte posterior del cuerpo del animal. Posteriormente se retiran las quetas, y el líquido celómico se desplaza hacia detrás, estirándose el cuerpo, lo que le permite avanzar. Las lombrices también pueden moverse verticalmente hacia arriba o abajo en busca de sus alimentos o para huir de condiciones adversas. Durante el proceso de lombricultura, bajan verticalmente buscando la humedad óptima en el fondo del sustrato, evitando la incidencia de los rayos solares en las horas más críticas, que provocan el recalentamiento y la desecación del sustrato en la parte superior.

#### **1.12.9. Sistema reproductor**

Las lombrices son hermafroditas insuficientes, es decir, reúnen en el mismo individuo los dos sexos (femenino y masculino), por lo que producen óvulos y espermatozoides en el mismo individuo.

Sin embargo, no se auto fecundan, o sea, necesitan del apareamiento con otro individuo (fecundación cruzada).

En el apareamiento, las lombrices se entrelazan estrechamente en posición opuesta haciendo coincidir ambos clitelos. En esta posición pueden permanecer hasta 15 minutos, quedando en contacto el poro genital masculino de uno con el femenino del otro, y viceversa, e intercambiando el material espermático. <http://cutt.ly/kHWfzOj>. Consultado el: 20 de mayo de 2021.

#### **1.12.10. Apareamiento**

Después de unos días cada individuo efectúa la liberación de los capullos que darán lugar a la nueva generación.

La mayoría de las especies tienen capacidad de regeneración, es decir que pueden reemplazar partes incluso muy grandes de su cuerpo. Esta característica, que no debe confundirse con una forma de reproducción, es evidentemente muy importante desde un punto de vista ecológico. No obstante, resulta relativamente poco estudiada y mientras hay coincidencia de opinión acerca de la posibilidad de que la parte anterior del cuerpo genere una nueva cola, hay discordancia sobre la posibilidad de que la situación inversa se produzca.

<http://cutt.ly/IHWfQUl>. Consultado el: 20 de Mayo de 2021.

#### **1.12.11. Aparato neurosensorial**

Las lombrices de tierra carecen de ojos, en su lugar existe en la piel células fotosensibles, las cuales les permite reaccionar frente a la luz, evitándola, ya que expuesta a ellas muere en pocos minutos. Existen más células fotosensibles en el prostomio y en los segmentos anteriores que en las otras partes del cuerpo.

En la epidermis se encuentra el sentido del tacto que se centra en las terminaciones nerviosas y en las células neurosensoriales, que le permite a la lombriz percibir vibraciones las cuales les provoca estrés. En la epidermis, hay también nervios especializados en reaccionar solo al pH. También existen órganos gustativos que permiten distinguir entre diferentes tipos de alimento. La temperatura es otro de los impulsos que la lombriz puede percibir a través de su aparato neurosensorial. (Acosta, 2021).

#### **1.13. CICLO BIOLÓGICO DE *Eisenia foetida***

Por lo general la producción de capullos es de 1 a 2 por semana, los cuales eclosionan entre 15 y 30 días, produciendo cada uno entre 2 y 5 nuevas lombrices.

Estas alcanzan su madurez entre 32 y 90 días, dependiendo de las condiciones del cultivo.

#### 1.14. CONDICIONES AMBIENTALES PARA SU DESARROLLO

- **Humedad:**

Será de 60 a 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material.

Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz.

Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto, la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente.

- **Temperatura:**

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 15 y 25°C

- **pH:**

El pH óptimo es 6 a 7,2.

- **Aireación:**

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es adecuada el consumo de alimentación se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación. (Acosta, 2021).

#### 1.15.- TRASTORNOS FISIOLÓGICOS

A las lombrices no se les reporta que padezcan ni transmitan enfermedades de importancia desde un punto de vista práctico, ni tampoco son hospederos intermediarios, ni vectores de parásitos dañinos a los animales y al hombre.

Sin embargo, pueden presentar trastornos fisiológicos si no se pone el cuidado suficiente en su alimentación. El trastorno fisiológico más conocido es el "goso ácido o síndrome proteico", que resulta de la intoxicación provocada por un exceso de proteínas en el alimento. También pueden sufrir alteraciones por la presencia de pesticidas u otros agentes nocivos. Las lombrices afectadas presentan, entre otros síntomas, movimientos rápidos tratando de escapar y disminución posterior de éstos haciéndose lentos y pesados.

Además, pueden aparecer inflamaciones de la región clitelar y necropsia, contracciones y abultamientos a lo largo del cuerpo del animal o mostrarse blanduzcas, muriendo en la mayoría de los casos.

### **1.16.- ENEMIGOS NATURALES**

El hombre quizás sea el principal enemigo de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos. En el criadero, la presencia de depredadores es, en la mayoría de los casos, un indicador de un manejo incorrecto por parte del lombricultor.

- **Las hormigas:** Pueden perjudicar el cultivo porque llevan alimentos y a veces hasta matan las crías, por lo cual hay que eliminarlas poniendo cualquier tipo de insecticida comercial a los lados del terreno.
- **Los ratones y las ratas:** Llegan a constituir un problema cuando se presentan en un número considerable, debido a que revuelven el lecho buscando la comida y estorban a las lombrices en su labor. Conviene eliminarlas empleando cualquier raticida.
- **Los pájaros:** De un cierto tamaño como los mirlos, los tordos, los faisanes, etc., constituyen un serio peligro para la lombriz tanto si aparecen e bandadas o en gran número. Un método eficaz es colocar una red por encima de los lechos.
- **El Hombre:** En el pasado exterminaba a las lombrices porque eran consideradas perjudiciales para la agricultura. Incluso se pensaba que comían raíces de las plantas, porque al arrancar una planta muerta es muy frecuente encontrar lombrices entre las raíces. La lombriz únicamente se alimenta de raíces en putrefacción puesto que este carece de dientes para masticar. (Compacnoni y Putzulo 1990, citado por Mamani 2016).

### 1.17. CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS CON LOMBRIZ COMÚN DE TIERRA Y LA LOMBRIZ COMERCIAL

**CUADRO N° 2**  
**Características comparativas**

CARACTERÍSTICAS	LOMBRIZ COMÚN	LOMBRIZ COMERCIAL
•Ciclo de vida	•4 años	•16 años
•Cópula	•Cada 45 días	•Cada 7 días
•Número de crías por cocón	•2-4 (x=2)	•2-20 (x=7)
•Tamaño promedio	•20 cm	•8 a 10cm
•Cuerpo	•Flácido	•Fuerte
•Temperatura optima	•10-20 ° C	•20 ° C
•Hábitat	•Suelos arcillosos	•Compost - estiércol
Habitat de vida	Hacen galerías hasta dos metros de profundidad, son errantes, depositan sus deyecciones en la superficie del suelo.	No emigran, viven en cautiverio. Depositán sus deyecciones en el interior de las camas.

**Fuente:** Edgar 2018.

### 1.18. ALIMENTO PARA LA LOMBRIZ

La lombriz roja californiana se encuentra generalmente en la superficie de la tierra y avanza excavando túneles a medida que come, de igual manera va depositando sus deyecciones y convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil.

Los alimentos que consumen las lombrices, son todos los desechos orgánicos.

### 1.19. FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA

- Residuos actividad ganadera: Estiércoles, orines, pelos, plumas, huesos, etc.
- Residuos actividad agrícola: Restos de cultivos, podas de árboles y arbustos, malezas, etc.

- Residuos actividad forestal: Aserrín, hojas, ramas y ceniza.
- Residuos actividad industrial: Pulpa de café, bagazo de la caña de azúcar, etc.
- Residuos actividad urbana: Basura doméstica, trozos de papel, cartón o corchos (eventualmente y que no contengan colorantes o materiales sintéticos).
- Abonos orgánicos preparados: Compost, estiércol, bocaschi, humus de lombrices, abono verde, etc.

### **1.20. CÓMO ALIMENTAR A LAS LOMBRICES**

- En los suelos presentes en la naturaleza, las lombrices consumen una gran variedad de la materia orgánica de estos lugares, sin embargo, tanto la forma del alimento como las condiciones del medio son importantes para que estas se desarrollen de manera apropiada y contribuyan eficientemente con la fertilización natural del mismo.

Aspectos importantes para tener en cuenta al momento de alimentarlas:

- Suministrar solo los alimentos que se recomiendan para las lombrices.
- Verifica que los alimentos estén a temperatura ambiente.
- Corta en trozos pequeños cada uno de los alimentos, no agregues porciones grandes o enteras de estos.
- Asegúrate de que los alimentos estén esparcidos por todo el espacio donde están las lombrices.
- No entierres los alimentos ni los remuevas, las lombrices se encargarán de hacerlo.
- Recuerda verificar siempre la cantidad de alimentos visibles en la superficie, de manera que, cuando estén a punto de acabarse, vuelve a agregar más.

### **1.21. CUÁNTO COME UNA LOMBRIZ**

Se puede decir que, si bien las lombrices tardan su tiempo en consumir el alimento disponible, son voraces, ya que pueden comer grandes cantidades de materia orgánica. En este sentido, una lombriz es capaz de comer su propio peso en 24 horas.

Estimaciones indican que, en un terreno de unos 4 mil metros cuadrados, con la presencia suficiente de lombrices de tierra, pueden pasar por su sistema digestivo más de 10 toneladas de tierra en un año. Tener presente que al consumir el alimento también incorporan la tierra que se ha mezclado con este.

### **1.22. ALIMENTOS PROHIBIDOS PARA LOMBRICES**

Estudios han revelado que no todos los alimentos pueden ser dados a las lombrices, de hecho, ante algunos tipos de alimentos los niveles de reproducción y crecimiento de estas pueden verse afectados. Además, ciertos alimentos alteran la composición química del suelo, trayendo consecuencias perjudiciales para las lombrices.

Aunque en la naturaleza pueden consumir restos de animales en descomposición, en los espacios que se acondicionan para estos animales es mejor no incluir este tipo de alimento, ya que su presencia puede atraer a otros animales como insectos, que alteran las condiciones del medio construido.

Alimentos prohibidos para la crianza de lombrices:

- Aceites y grasas.
- Frutas cítricas (naranja, piña, tomate).
- Cebolla.
- Huesos y espinas.
- Trozos de madera.
- Semillas
- Restos de plantas con hojas o cortezas muy duras.
- Productos salados.
- Productos con vinagre.
- Materiales sintéticos (plásticos).

### **1.23. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ**

Se debe acondicionar el lugar donde estarán ubicadas las camas, de las lombrices, es decir el espacio a ocupar, ya sea en trincheras con vaciado de cemento, o el colocado

de algún nailon para que no se escapen las lombrices. En otro caso pequeñas composteras de madera, plástico, etc.

Posteriormente, se debe colocar sustrato a usar como alimento, este puede ir incluido con mezcla de todo residuo orgánico de material vegetal, sin necesidad de ser compostado.

En el caso del estiércol tiene que ser pre compostado, que es el proceso natural en presencia de oxígeno que convierte al estiércol en material aceptable para que vivan las lombrices y los microorganismos. Además del efecto de elevación térmica, otros procesos de estabilización se producen durante el compostado, como el pH (acidez).

Estiércol de vaca:

- Es el más utilizado a nivel nacional.
- Posee un alto valor nutritivo.
- Cuando se lo moja en exceso, se compacta y no permite que la lombriz viva en él, por lo que es necesario mezclarlo con fibra vegetal (aserrín) que permita mantener la estructura física.
- Tarda en estabilizarse entre 10 a 15 días.

Estiércol avícola:

- Presenta complicaciones al usarlo puro por su alto contenido de úrea es muy fuerte.
- Debe mezclarse con fibra, para bajar sus niveles de proteína, le da consistencia y permite que no se compacte.

Un exceso de proteína puede provocar un shock proteico o un envenenamiento de la lombriz y esto es más peligroso que la carencia de proteínas.

### CUADRO N° 3

#### Composición del estiércol

Materia Orgánica	Humedad	Proteína	Fibra Bruta
	(%)	(%)	(%)
Estiércol de bovino	0	7,1	28
Estiércol de gallina	0	24,1	20

**Fuente:** Castillo, 2006.

En la experiencia a nivel mundial, ya sea la producción de humus de manera científica/investigativa, o de manera criollo nos llega a definir que los trabajos realizados se concluyen en la producción de humus, realizando lo que es el reciclado de los residuos orgánicos, proporcionándole un mejor aprovechamiento.

No se cuenta con datos de una cantidad producida del humus de lombriz, pero sí se conoce de experiencias de trabajos de investigación, ya sea científica, empíricas/tradicionales.

En lo que se refiere a empresas productoras de humus de lombriz, no hay dicha información, solo en el mercado se encuentra la oferta del humus, pero son de personas que producen de manera empírica/tradicional.

En Tarija se conoce el emprendimiento de la ingeniera Lesly Acosta, su microempresa se llama CHURA LOMBRIZ, el señor pescador Erick Rubin productor de lombrices, microempresa familiar, el licenciado Gustavo Ruiz, con su emprendimiento llamado LOMBRICULTURA SAN JACINTO; por el momento no cuentan con dicha información, de análisis químico de macronutrientes.

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO II

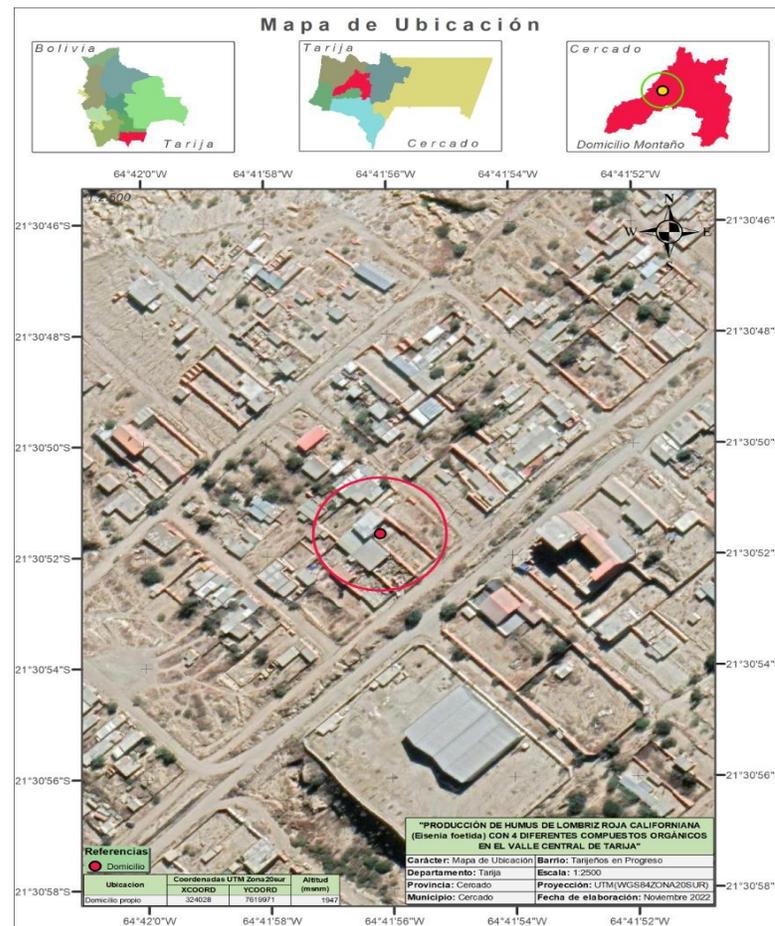
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE TRABAJO.

##### 2.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en el domicilio particular de la familia Montaña Bautista, ubicado en el valle central de Tarija, provincia Cercado del departamento de Tarija. Se encuentra entre los paralelos a 21°30'51,45" latitud sud y de 64°41'56,49" longitud oeste a una altura de 1860 m.s.n.m y 1870 m.s.n.m.

##### Ubicación del domicilio particular de la familia Montaña Bautista



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

### 2.2.1. El Clima en Tarija

El clima de primavera es ligeramente cálido y agradable, con algunas lluvias. La temporada de primavera en Tarija va del 21 de septiembre al 21 de diciembre con una máxima promedio de 25° C (77 F) y una baja promedio de 8,3° C (47,3 F).

En verano, es ligeramente cálido y agradable, con lluvias relativas intensas. La temporada de verano en Tarija va del 21 de diciembre al 21 de marzo, con una máxima promedio de 24° C (76 F) y una baja promedio de 11,3° C (52,7 F).

El otoño en el Tarija va de 21 de marzo al 21 de junio con una máxima promedio de 22° C (72.3 F) y una baja promedio de 6.7° C (45.0 F).

El invierno es agradable, pero más frío que en otras temporadas, se considera la estación seca. Temporada de invierno en el Tarija va de 21 de junio al 21 de septiembre con una máxima promedio de 20,7° C (69,3 F) y una baja promedio de 1.0 ° C (34.3 F).

<https://n9.cl/y75bc>

### 2.2.2. Temperatura

En Tarija la temperatura máxima promedio es de 21,1° C, una temperatura mínima promedio de 13,6° C y la temperatura media es de 18.1 ° C.

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
21,1	20,5	20,3	18,6	15,6	13,7	13,6	15,4	17,1	19,7	20,4	21,0	18,1

### 2.2.3. Precipitación

Tarija tiene una precipitación promedio total de 630,7 milímetros.

OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Total
40,1	78,7	131,3	137,0	112,8	94,9	21,4	2,9	0,7	1,2	2,3	7,5	630,7

#### 2.2.4. Humedad Relativa

En Tarija la humedad relativa máxima promedio es de 71,6%, la humedad relativa mínima promedio de 55,6% y la humedad relativa media es de 63.3% .

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
69,7	71,1	71,6	68,6	63,6	59,5	56,3	54,7	55,6	58,7	62,7	67,2	63,3

(SENHAMI, 2019).

#### 2.2.5.- Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Tarija tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

Al ser en la ciudad los vientos son débiles, con dirección variable, el promedio anual es de 5Km/h.

<https://n9.cl/xh8ur>

### 2.3. MATERIALES PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

#### 2.3.1. Material Biológico:

- Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 1 kg.

#### 2.3.2. Material Orgánico:

- Restos de material vegetal orgánico de cocina.
- Restos de material vegetal, hojas de árboles.
- Estiércol bovino.
- Estiércol avícola.

#### 2.3.3. Material para la construcción de las camas

- Las cajas composteras serán reutilizadas, de cajas de durazno.
- Nailon plástico de 50cm<sup>2</sup>.
- Bisagras.
- Destornillador.
- Engrampadora.

#### **2.3.4. Materiales de campo**

- Termómetro ambiental.
- pH-metro
- Regadora
- Agua destilada.
- Herramientas de jardín (pala, rastrillo)
- Fluxómetro
- Libreta de campo
- Letreros distintivos
- Cámara fotográfica
- Guantes
- Zaranda 2mm\*2mm

#### **2.3.5. Material de gabinete**

- Computadora
- Flash
- Calculadora.
- Papel bon carta
- Regla
- Impresora

### **2.4. METODOLOGÍA**

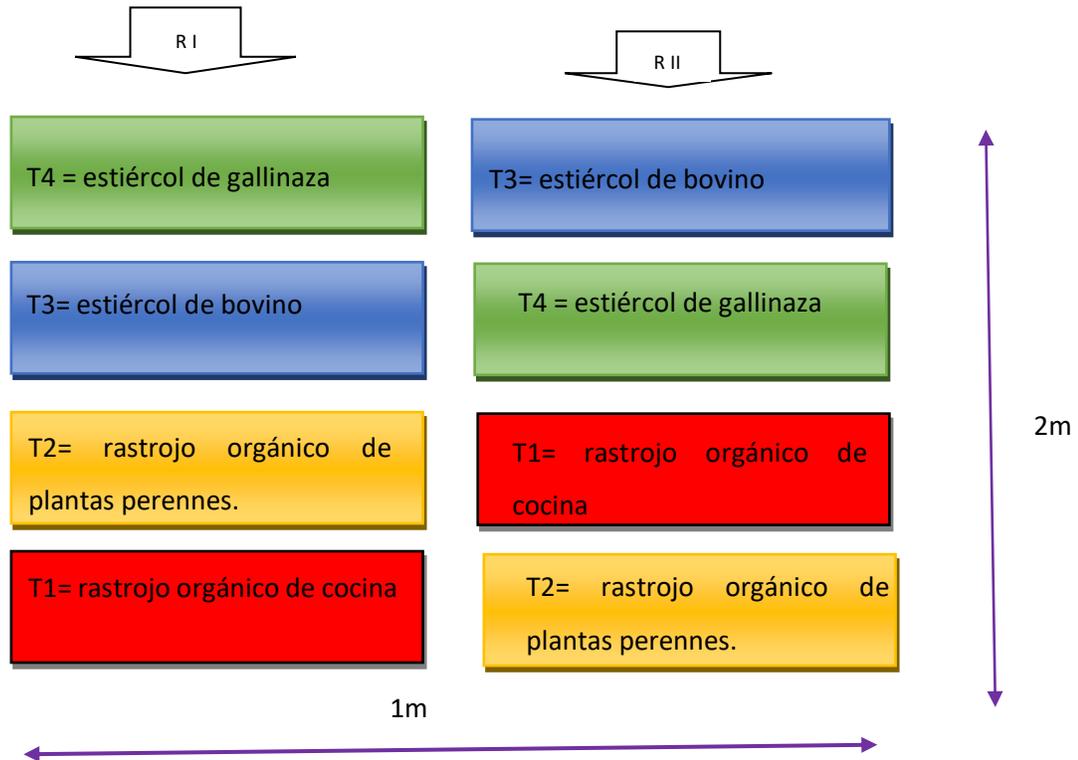
#### **2.4.1. Diseño experimental**

La investigación se realizó con el diseño completamente al Azar, con 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4), dos repeticiones (RI, RII) lo que hace un total de 8 unidades experimentales.

Es el diseño más apropiado para esta práctica, para determinar si la diferencia es significativa entre los tratamientos. Para poder dar una conclusión, recomendación del tratamiento a usar, para que el agricultor pueda dedicarse.

### 2.4.2. Diseño de campo

**FIGURA N° 1**  
**Diseño de campo**



### Tratamientos

- T1= residuos de cocina.
- T2= residuos de hojas de árboles.
- T3= estiércol bovino.
- T4 = estiércol avícola.

### 2.4.3. Las variables a registrar

Las repeticiones fueron para calcular con el método de diseño completamente al azar, el número de cocones, lombrices crías, lombrices jóvenes y lombrices adultas.

En el caso de la biomasa final (total), se hizo por un método simple de sumatoria y comparación, es decir de las 8 unidades experimentales por cada tratamiento.

Para determinar la cantidad de macro nutrientes (N-P-K), se recogió el humus de la lombriz y se realizó el respectivo análisis del humus obtenido a partir de los 4 tratamientos (sustratos), juntando las dos repeticiones que se usó para aplicar el diseño experimental (quedando una sola repetición). Se realizó la comparación por cada humus obtenido de cada tratamiento es decir de los 4 sustratos, en el cual se comparó la textura, estructura y pH del humus obtenido de la lombriz roja californiana (*Eusemia foetida*).

Los tratamientos, al ser de residuos orgánicos, no fue necesario un previo análisis, ya que estos no serán compost, solo tendrán 15 días de descomposición.

## **2.5. DESARROLLO DEL ENSAYO**

### **2.5.1. Características de la fuente de inóculo**

Las lombrices fueron adquiridas del emprendimiento familiar de don Erick Rubín de Celis, dueño de esta microempresa que está ubicada en la ciudad de Tarija (domicilio particular), que trabaja con el reciclaje de residuos orgánicos, para la producción de abono orgánico, y producción de lombrices, fomentando a la sociedad a producir su propio abono orgánico.

### **2.5.2. Construcción del lombricero**

La construcción de las cunas de las lombrices fue en mi domicilio particular en el barrio Tarijeños en progreso, final avenida Gran Chaco, contando con el espacio necesario.

Las cajas de durazno que fueron usadas como composteras, fueron adquiridas de una barraca, el cual se hizo la adecuación necesaria, quedando las cajas bien cerradas, sin ningún orificio, también se realizó el armado de las tapas (cubre cajas), con su respectiva bisagra, para que las cunas se encuentren protegidas y no ingrese ningún enemigo natural u objeto perjudicial. Las cajas fueron de 55 cm de largo, por 30 cm de ancho y 20 cm de alto.

### **2.5.3. Recolección de los compuestos orgánicos como alimento**

La recolección del estiércol avícola fue de la propiedad de la familia Bautista, ubicado en la comunidad de Narváez, provincia O'Connor.

El estiércol bovino del Centro Experimental de Chocloca de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, en la comunidad de Chocloca, municipio de Uriondo.

Los desechos vegetales (de cocina) fueron recolectados, de la familia Montaña Bautista.

Los desechos orgánicos de plantas perennes y ornamentales, fueron recolectados del campus universitario (El Tejar).

El aserrín se recolectó de la misma barraca; donde se acondicionó las cajas y, que fue usado para la preparación de los tratamientos.

Estos sustratos como alimentos, al ser seleccionados para la investigación, se consideró: su fácil disponibilidad; para que el agricultor pueda dedicarse a la lombricultura, haciendo uso de cualquier de estos 4 sustratos.

### **2.5.4. Preparación de los sustratos alimentarios**

En primer lugar, se puso en condición los sustratos a usar, es decir en descomposición por 56 días el estiércol de vaca por un lado y por otro lado el estiércol de gallina, dando las condiciones necesarias para su alimentación de las lombrices, haciendo previa descomposición, con aserrín tamizado en dos partes por igual, 50 % estiércol y 50 % aserrín.

En el caso de los residuos orgánicos verdes se sometió a un tiempo de descomposición de 39 días, siendo preparado de igual manera en dos partes iguales 50 % material vegetal y 50 % aserrín. En estos sustratos se debe acondicionar los residuos orgánicos verdes de un solo tamaño (3 cm máximo) para obtener una producción de humus uniforme, en el tiempo establecido.

En todos los sustratos se utilizó el compostaje, solo con una diferencia de tiempos entre el estiércol y los residuos verdes. Estos fueron tapados con nylon, para la concentración

del calor. La descomposición se hizo de manera aeróbica, ya que se lo regaba y removía unas 2 veces por semana, para lograr obtener un sustrato en condiciones, para la siembra de las lombrices.

Todo este proceso, se lo realizó dentro del invernadero de la familia Montañó B. en el cual llegaba a altas temperaturas, entre 28° C y 38 ° C.

El pH fue desde débilmente ácido- moderadamente ácido- neutro.

#### **2.5.5. Limpieza y preparación de las camas**

El lugar de la construcción que fue ocupado, se realizó el acondicionamiento necesario, se hizo la respectiva limpieza, posicionamiento de las cajas composteras, para que se proceda a preparar las camas donde estarán las lombrices.

#### **2.5.6. Preparación de las camas para los compuestos orgánicos**

Se acondicionó 8 unidades de camas (cajas de madera) con las siguientes dimensiones, 30 cm de ancho por 55 cm de largo y 20 cm de alto. Previamente con una pendiente de 7 cm.

##### **2.5.6.1. Pesado del compuesto orgánico y siembra de lombriz**

Contando con los sustratos después del tiempo que estaba en proceso de compostaje, se procede a realizar el análisis de pH, temperatura y humedad.

En el tratamiento 1 un pH de 7,8. En el tratamiento 2 un pH de 7,2. En el tratamiento 3 un pH de 7,6. En el tratamiento 4 un pH de 7,5. Mientras que la temperatura en los cuatro tratamientos fue de 18° C.

Una vez listo los tratamientos, se procedió al llenado de las cajas con el sustrato:

Se incorporó una capa de 2 kilogramos de sustrato en las camas, verificando la temperatura y el pH, antes de inocular los 50 individuos de lombrices. La siembra se realizó por la mañana, debido a que son foto fóbicas y se introducen con mayor facilidad al sustrato. Una vez sembrada las lombrices se tapó las cajas para evitar que no ingresen pájaros, ratones (enemigos naturales).

Finalmente se hizo el riego con agua cuidadosamente, verificando la humedad “óptima” el cual quedo con un 60% de humedad, el cual se comprobó a través del método del puño.

Luego de 30 días se incorpora una segunda capa de 2 kilogramos de sustrato, sumando un total de 4 kilogramos de sustrato en cada unidad experimental.

### **2.5.7. Control de la humedad, el pH y la temperatura**

**2.5.7.1. Humedad:** La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo, y si salen de 6 a 8 gotas, indica que la humedad está en 60% - 70% en óptima condición.

(Acosta, 2021)

También se puede medir la humedad, con el método gravimétrico es el único método directo de medición de la humedad del suelo. Dicho método consiste en tomar una muestra, pesarla antes y después de su desecado y calcular su contenido de humedad. La muestra de suelo se considera seca cuando su peso permanece constante a una temperatura de 105° C, este método se lo realiza en un laboratorio. (Tips y temas Agronómicos, 2020).

En este trabajo se consideró realizar el método del puño, por ser el método más directo y sencillo.

Se aplicó un riego cada 3 días (si es que, así lo requiere), después de los 45 días, se aplicó un riego cada 4/6 días hasta el final, controlando y evitando siempre el exceso de humedad (Flores, 2014).

**2.5.7.2. pH:** La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, (Emison, 2004). Mientras que según Acosta (2021) el pH óptimo es de 6 a 7,2.

Para medir el pH de una disolución se puede emplear dos métodos, en función de la precisión con que queramos hacer la medida:

Para realizar medidas del pH se puede utilizar papel tornasol que es utilizado para hacer pruebas generales de reacciones ácidas o alcalinas.

Para realizar medidas exactas se utiliza un pH-metro, que mide el pH directamente dando un número entre el 1 al 14 según la escala del pH.

(Materiales de laboratorio, 2021)

Se optó de hacer el análisis una vez por semana, en laboratorio de fitotecnia y sanidad. Con el pH-metro del laboratorio, se midió el pH los dos primeros meses, posteriormente, se midió con un pH-metro portátil. Se preparó una solución, pesando 50 gr del sustrato e incorporando con 125 ml de agua destilada.

**CUADRO N° 4**  
**pH registrados durante todo el proceso**

pH								
Fecha	CR1	CR2	HR1	HR2	VR1	VR2	GR1	GR2
13 de octubre	7,80	7,74	7,50	6,99	7,63	7,49	7,28	7,68
28 de octubre	7,62	7,77	7,58	6,84	7,64	7,59	7,34	7,34
6 de noviembre	8,12	7,77	7,75	7,50	7,50	7,55	7,34	7,32
15 de noviembre	8,20	7,72	7,70	7,35	7,54	7,50	7,23	7,30
23 de noviembre	7,84	7,53	7,50	7,13	7,62	7,44	7,02	7,32
1 de diciembre	7,89	7,67	7,31	6,77	7,84	7,84	6,74	6,89
7 de diciembre	7,49	7,78	7,76	7,15	7,74	7,71	7,73	7,74
17 de diciembre	7,80	7,82	7,80	7,00	7,71	7,78	7,80	7,79
29 de diciembre	8,00	7,80	7,70	7,43	7,86	7,06	7,70	7,83
3 de enero	8,43	8,09	8,06	7,90	7,98	7,88	7,78	7,87
10 de enero	8,30	8,00	8,00	7,60	7,00	7,65	7,81	7,90
17 de enero	8,00	7,70	8,20	7,65	7,53	7,00	7,82	7,52
26 de enero	8,22	7,20	7,63	7,63	7,34	6,86	7,06	7,43

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

**2.5.7.3. Temperatura:** se registró la temperatura, en los cuatro tratamientos y sus dos repeticiones, que fue tomada con un termómetro sensible una vez por semana durante tres meses de humificación.

**CUADRO N° 5**  
**Temperatura registrada durante todo el proceso**

Temperatura								
Fecha	CR1	CR2	HR1	HR2	VR1	VR2	GR1	GR2
15 de octubre	19,50	19,00	20,50	21,00	19,50	20,00	20,50	19,50
18 de octubre	17,00	16,50	16,00	16,50	16,50	16,00	16,50	15,50
22 de octubre	18,00	18,00	18,50	19,00	18,00	18,00	17,00	18,50
28 de octubre	23,50	23,00	22,50	23,00	23,00	22,50	23,00	21,50
1 de noviembre	19,50	19,00	19,00	19,00	19,50	19,00	20,00	19,00
4 de noviembre	20,00	20,00	20,50	21,00	20,00	20,00	19,00	20,00
10 de noviembre	18,50	18,00	18,50	18,00	18,50	18,00	19,00	18,50
15 de noviembre	20,00	19,50	19,50	19,50	20,00	19,50	20,50	19,50
22 de noviembre	20,00	20,00	20,50	21,00	20,00	20,00	19,00	20,00
29 de noviembre	17,50	17,00	16,50	17,00	17,00	16,50	17,00	16,00
6 de diciembre	18,00	17,50	17,00	17,50	17,50	17,00	17,50	17,00
13 de diciembre	18,50	18,00	18,00	18,00	18,50	18,00	19,00	18,00
20 de diciembre	18,00	18,50	18,00	18,00	18,00	18,00	19,50	19,00
27 de diciembre	19,00	18,50	18,00	18,50	18,50	18,00	18,50	18,00
3 de enero	20,50	20,00	20,50	21,00	20,50	20,00	19,00	20,00
10 de enero	18,00	18,50	18,50	18,00	18,00	18,50	19,50	19,00
17 de enero	21,00	20,50	21,00	21,50	21,00	20,50	19,50	20,50
24 de enero	19,00	18,50	18,50	18,50	19,00	19,00	19,00	18,50

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

**2.5.7.4. Oxígeno:** Se controló dos veces por semana durante el primer mes, luego una vez por semana los dos siguientes meses, removiendo el material con la mano y un pequeño rastrillo de jardinería.

**2.5.8. Control de ataques de plagas y otros insectos:** Se realizó el control constante, a pesar de que estaban con una cubierta (es decir la tapa de madera), para prevenir cualquier ataque, de algún enemigo natural de la lombriz.

Esto no evitó que el día 2 ingresen uno de sus enemigos naturales, las hormigas, invadieron la caja del T4 repetición 2, el cual se tuvo que vaciar y hacer la separación

respectiva de las hormigas con el sustrato y las lombrices, limpiando la caja, para que no quedara ninguna hormiga.

Al notar que las hormigas sí podrían ingresar a las cajas, se colocó alrededor de las cajas con los tratamientos, cinta aislante. La cinta aislante, evitó el ingreso de las hormigas, el cual se fue cambiando una vez cada tres semanas.

**2.5.9. Cosecha:** Antes de la cosecha se dejó de suministrar agua por 7 días previos a la cosecha para facilitar la separación y conteo de los cocones, lombrices crías, jóvenes y adultas. También para facilitar el tamizado.

#### **2.5.9.1. Recojo de cocones, lombrices crías, jóvenes y adultas**

Después de haber transcurrido el tiempo de 106 días de vermicompostaje, se procedió al conteo de los cocones, lombrices crías, jóvenes y adultas de cada tratamiento.

En este caso no se introdujo las trampas de cosecha de las lombrices, ya que era necesario contar por separar manualmente de cada sustrato, para obtener los resultados esperados.

En otro caso se introduce las trampas con sustratos frescos a las camas durante cinco días, para poder posteriormente cosechar el humus reseco para el tamizado del humus esperado.

#### **2.5.9.2. Biomasa inicial de lombrices**

Se realizó la siembra de 50 unidades de lombrices, entre ellas jóvenes y adultas, equivalente en cada cama. Se registró la biomasa inicial sembrada en cada unidad experimental, para conocer los resultados por tratamiento.

**CUADRO N° 6****Biomasa inicial**

Tratamiento	Biomasa inicial R1	Biomasa inicial R2	Biomasa inicial total
T1	50	50	100
T2	50	50	100
T3	50	50	100
T4	50	50	100

**Fuente:** elaboración propia, 2022.

**2.5.9. Análisis químico de macro nutriente (N-P-K) de los humus**

Se procedió a sacar una muestra representativa de 0,5 Kg de cada sustrato que corresponde a cada uno de los 4 tratamientos, colocado en una bolsa de plástico con su respectiva identificación, se ha enviado al laboratorio de suelos del SEDAG (Servicio Departamental Agropecuaria – Tarija) para la identificación de los macronutrientes Nitrógeno – Fósforo - Potasio.

**2.5.10. Determinación de la estructura, textura, de los humus obtenidos**

La estructura y textura es la proporción relativa de varias fracciones de partículas elementales, agrupadas por su tamaño. (Manual de campo, s.f).

Las tablas Munsell son un sistema de notación de color basado en una serie de parámetros que nos permiten obtener una gama de colores que varían en función del matiz, brillo. La determinación del color del suelo, se realiza por la comparación de éste con los diferentes patrones de color establecidos en la tabla Munsell.

Al haber obtenido el humus de cada tratamiento, se obtuvo una muestra representativa de cada tratamiento, es decir que, de las 2 repeticiones, obtuvimos una muestra.

Posteriormente se identificó el color, textura entre los 4 tratamientos. El color se identificó con la tabla Munsell. Mientras que la textura con el manual de campo.

### 2.5.11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CUADRO N° 7

#### Cronograma de actividades

Actividades	Agt.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.
Recolección del estiércol	*					
Recolección del aserrín	*					
Adecuación de las cunas						
Preparación del alimento de estiércol	*	*	*			
Recolección de los residuos orgánicos de cocina y hojas de arboles		*	*			
Preparación del alimento de residuos orgánicos, de cocina y de hojas de árboles		*	*			
Siembra de las lombrices			*			
Control de la humedad, pH y la temperatura			*	*	*	*
Cosecha del humus y de las lombrices						*
Realización del respectivo análisis químico						*

**Fuente:** elaboración propia, 2022.

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. RESULTADOS

En este capítulo, se presentan, los resultados obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación en el Valle Central de Tarija.

### 3.2. BIOMASA INICIAL - BIOMASA FINAL

En esta primera parte se analiza la cantidad de lombrices que se aumentó desde la siembra hasta la fecha de cosecha.

**CUADRO N° 8**

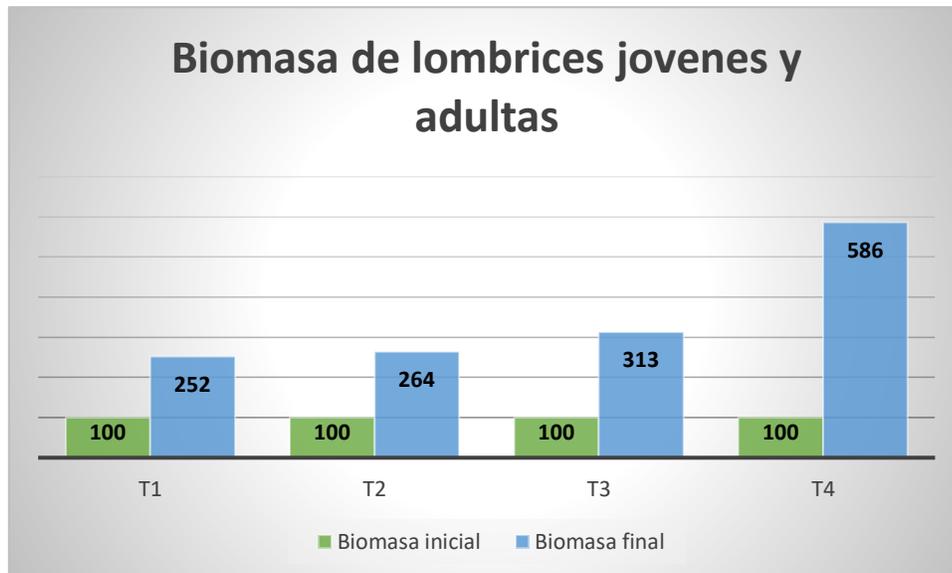
**Biomasa total de lombrices jóvenes y adultas**

<b>Tratamiento</b>	<b>Biomasa inicial</b>	<b>Biomasa total final</b>
<b>T1</b>	100	252
<b>T2</b>	100	264
<b>T3</b>	100	313
<b>T4</b>	100	586

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En el cuadro N° 8, se observa los resultados de la producción total de las lombrices jóvenes y adultas de cada tratamiento, más la biomasa inicial de 100 lombrices, hasta la biomasa total obtenida en la cosecha.

**GRÁFICA N° 1**  
**Biomasa total de lombrices jóvenes y adultas**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el Gráfica N° 1 y en el cuadro N° 7 se pudo verificar que la biomasa final de lombrices jóvenes y adultas de (*Eisenia foetida*) realizada en los cuatro tratamientos son los siguientes:

- T1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) se obtuvo una biomasa final de 252 lombrices jóvenes y adultas.
- T2 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%) se obtuvo una biomasa final de 264 lombrices jóvenes y adultas.
- T3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) se obtuvo una biomasa final de 313 lombrices jóvenes y adultas.
- T4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) se obtuvo una biomasa final de 586 lombrices jóvenes y adultas.

Teniendo como resultado que en el T4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) tuvo un mayor aumento.

### 3.3. CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LOMBRICES JÓVENES Y ADULTAS

**CUADRO N° 9**

**Crecimiento de la población de lombrices jóvenes y adultas**

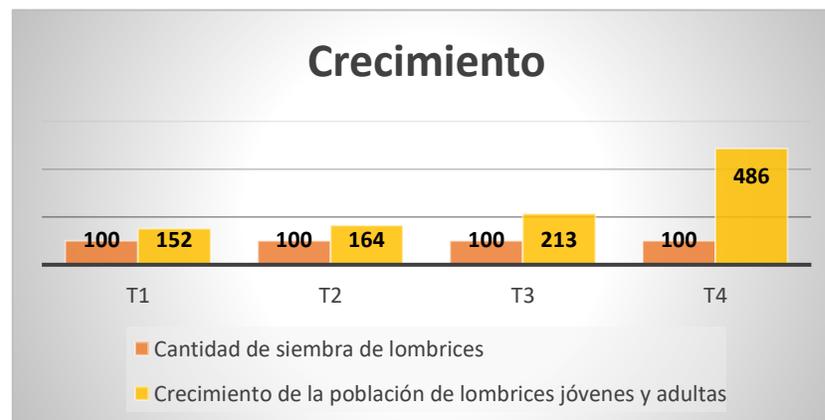
Tratamiento	Siembra inicial	Crecimiento
<b>T1</b>	100	152
<b>T2</b>	100	164
<b>T3</b>	100	213
<b>T4</b>	100	486

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En el cuadro N° 9 se observa los resultados, tasa de crecimiento de cada tratamiento, observando cuantas lombrices se incremento aparte de la cantidad de lombrices sembradas inicialmente. Siendo el tratamiento 4 el mejor resultado con un incremento de lombrices de 486 lombrices.

**GRÁFICA N° 2**

**Crecimiento de la población de lombrices jóvenes y adultas**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022

Según la gráfica, podemos indicar lo siguiente:

- Tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) se obtuvo la mayor cantidad de lombrices jóvenes y adultas con un incremento de 486 lombrices, sin tomar en cuenta las 100 lombrices que se sembró inicialmente.
- Tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) con un incremento de 213.
- Tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%) con un incremento similar 164 lombrices respectivamente.
- Tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) se tuvo un incremento de 152 lombrices.

### 3.4. NÚMERO DE COCONES Y LOMBRICES

#### 3.4.1. Número de cocones obtenidos en la cosecha

**CUADRO N° 10**  
**Número de cocones**

COCONES				
	I	II	SUMA	MEDIA
T1	67	14	81	41
T2	38	17	55	28
T3	10	12	22	11
T4	12	29	41	21
SUMA	146	53	199	

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En el cuadro N° 10 se observa los resultados de la cantidad de cocones obtenida en cada tratamiento, obteniendo el resultado de cuantos cocones hay, hasta el tiempo establecido.

Análisis de varianza sobre el número de cocones

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>8</b>
<b>REPETICIONES</b>	2
<b>GT</b>	985
<b>FC</b>	4950,12

#### 3.4.1.1. Análisis de varianza en cocones

**CUADRO N° 11**  
**Análisis de variancia**

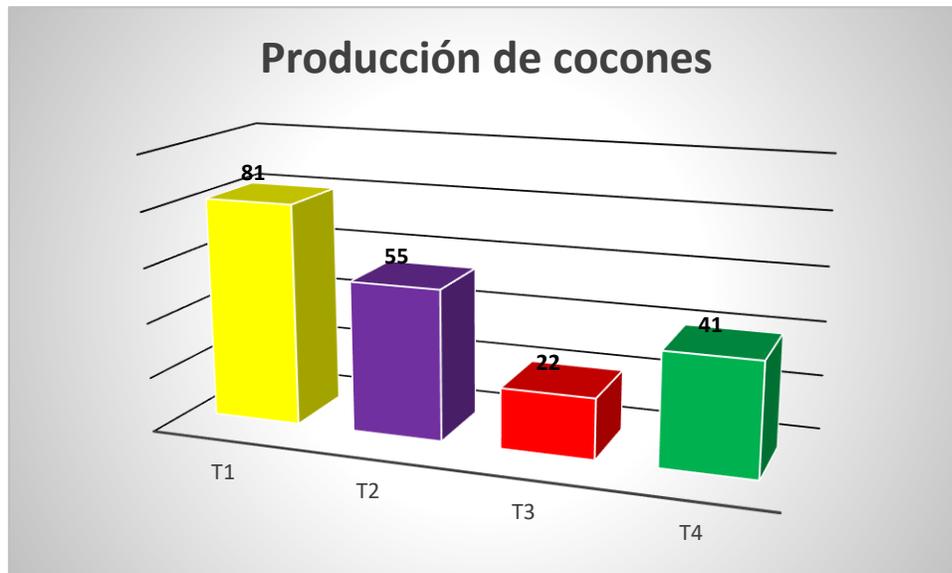
<b>ANOVA</b>						
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F Calculada</b>	<b>F Tabulada</b>	
					<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>Total</b>	7	6800,88	-	-	-	-
<b>Tratamientos</b>	3	925,38	308,46	0,19	9,28	29,50
<b>Error</b>	3	4794,38	1598,12	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

De acuerdo al análisis de variancia, se tiene que en los tratamientos no existe diferencia significativa, lo que da a entender que existe la homogeneidad.

En las repeticiones no existe diferencia significativa, lo que induce a pensar que existe homogeneidad en las cunas y repeticiones.

**GRÁFICA N° 3**  
**Número de cocones**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En el gráfico N° 3 podemos observar la producción de cocones.

- Tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) con 81 cocones reproducidos.
- Tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes) con 55 cocones.
- Tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con 41 cocones.
- Tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) con 22 cocones.

Demostrándose que la mayor producción de cocones se dio en el tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) y en el de menor cantidad en el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%).

### 3.4.2. Número de lombrices crías obtenidos en la cosecha

**CUADRO N° 12**  
**Número de lombrices crías**

<b>CRIAS</b>				
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	124	53	177	89
<b>T2</b>	153	100	253	127
<b>T3</b>	78	105	183	92
<b>T4</b>	204	264	468	234
<b>SUMA</b>	559	522	1081	

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En el cuadro N° 12 se observa los resultados, de la cantidad obtenida de lombrices crías de cada tratamiento, obteniendo el resultado de cuantas lombrices crías hay, hasta el tiempo establecido.

Análisis de varianza sobre el número de lombrices crías

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>8</b>
<b>REPETICIONES</b>	<b>2</b>
<b>GT</b>	985
<b>FC</b>	146070,12

### 3.4.2.1. Análisis de varianza de lombrices crías

**CUADRO N° 13**  
**Análisis de variancia**

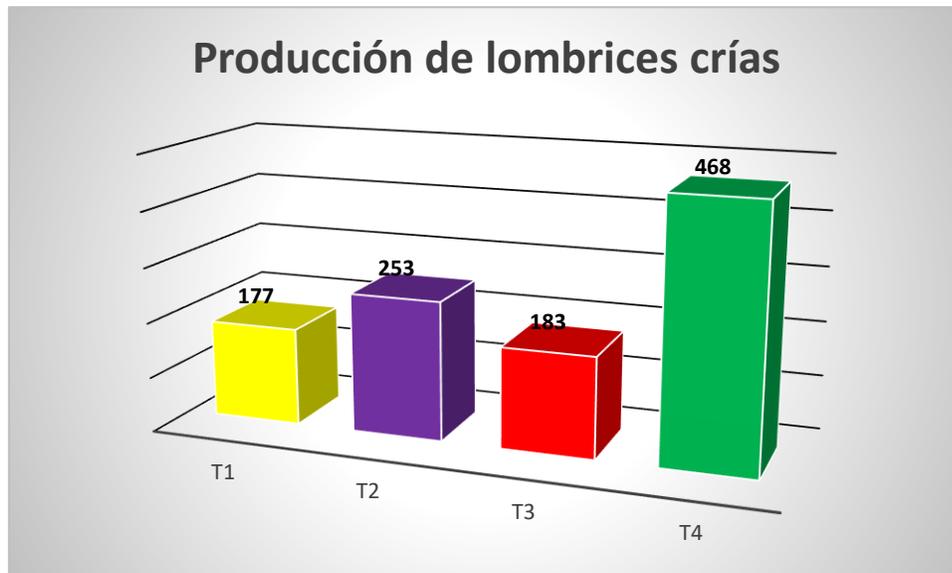
ANOVA						
Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada	
					5%	1%
<b>Total</b>	7	201780,87	-	-	-	-
<b>Tratamientos</b>	3	27855,37	9285,12	0,16	9,28	29,5
<b>Error</b>	3	173754,37	57918,12	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

De acuerdo al análisis de varianza, se tiene que en los tratamientos no existe diferencia significativa, lo que da a entender que existe la homogeneidad.

En las repeticiones no existe diferencia significativa, lo que induce a pensar que existe homogeneidad en las cunas y repeticiones

**GRÁFICA N° 4**  
**Número de lombrices crías**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 4 podemos observar la producción de lombrices crías.

- Tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con 468 lombrices crías.
- Tratamiento 2 (residuos de hojas de los árboles perennes 50% + aserrín 50%) con 253 lombrices crías.
- Tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) con 183 lombrices crías.
- Tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) con 177 lombrices crías.

Demostrándose que la mayor producción de cocones se dio en el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) y en el de menor cantidad en el tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%).

### 3.4.3. Número de lombrices jóvenes obtenidos en la cosecha

**CUADRO N° 14**  
**Número de lombrices jóvenes**

<b>JÓVENES</b>				
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	115	82	197	99
<b>T2</b>	165	83	188	94
<b>T3</b>	98	127	225	113
<b>T4</b>	263	185	448	224
<b>SUMA</b>	581	477	1058	

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el cuadro N° 14 se observa los resultados, de la cantidad obtenida de lombrices jóvenes de cada tratamiento, obteniendo el resultado de cuantas lombrices jóvenes hay, hasta el tiempo establecido.

Análisis de varianza sobre el número de lombrices jóvenes.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>8</b>
<b>REPETICIONES</b>	<b>2</b>
<b>GT</b>	<b>985</b>
<b>FC</b>	<b>139920,5</b>

### 3.4.3.1. Análisis de varianza en lombrices jóvenes

**CUADRO N° 15**  
**Análisis de varianza**

ANOVA						
Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada	
					5%	1%
<b>Total</b>	7	185561,5	-	-	-	-
<b>Tratamientos</b>	3	22820,5	7606,83	0,14	9,28	29,5
<b>Error</b>	3	161389	53796,33	-	-	-

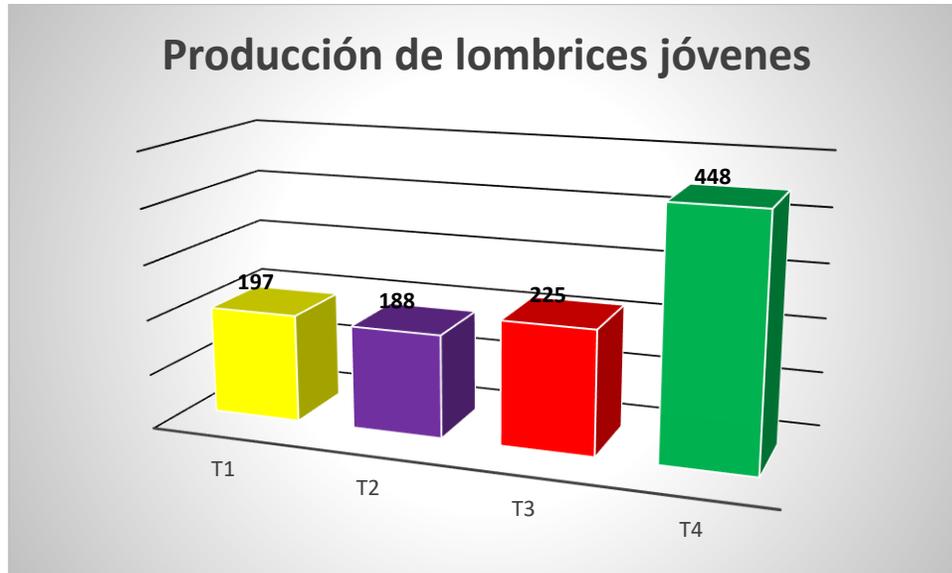
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

De acuerdo al análisis de varianza, se tiene que en los tratamientos no existe diferencia significativa, lo que da a entender que existe la homogeneidad.

En las repeticiones no existe diferencia significativa, lo que induce a pensar que existe homogeneidad en las cunas y repeticiones.

## GRÁFICA N° 5

### Número de lombrices jóvenes



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 5 podemos observar la producción de lombrices jóvenes.

- Tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con 448 lombrices jóvenes,
- Tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) con 225 lombrices jóvenes,
- Tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%) con 188 lombrices jóvenes,
- Tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) con 197 lombrices jóvenes.

Demostrándose que, la mayor producción de lombrices jóvenes se dio en el tratamiento 4 (estiércol de bovino 50% + aserrín 50%) y en el de menor cantidad en el tratamiento 1 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%).

Con los resultados de Edgar L. (2018), en su tratamiento 2 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%), tiene una población de 1400 individuos.

### 3.4.4. Número de lombrices adultas obtenidos en la cosecha

**CUADRO N° 16**  
**Número de lombrices adultas**

<b>ADULTAS</b>				
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	45	10	55	27,5
<b>T2</b>	57	19	76	38
<b>T3</b>	37	51	88	44
<b>T4</b>	66	72	138	69
<b>SUMA</b>	195	162	357	

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el cuadro N° 16 se observa los resultados, de la cantidad de lombrices adultas obtenida de cada tratamiento, obteniendo el resultado de cuantas lombrices adultas hay, hasta el tiempo establecido.

Análisis de varianza sobre el número de lombrices adultas.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>8</b>
<b>REPETICIONES</b>	<b>2</b>
<b>GT</b>	<b>985</b>
<b>FC</b>	<b>15931,12</b>

### 3.4.4.1.- Análisis de varianza de lombrices adultas

**CUADRO N° 17**  
**Análisis de varianza**

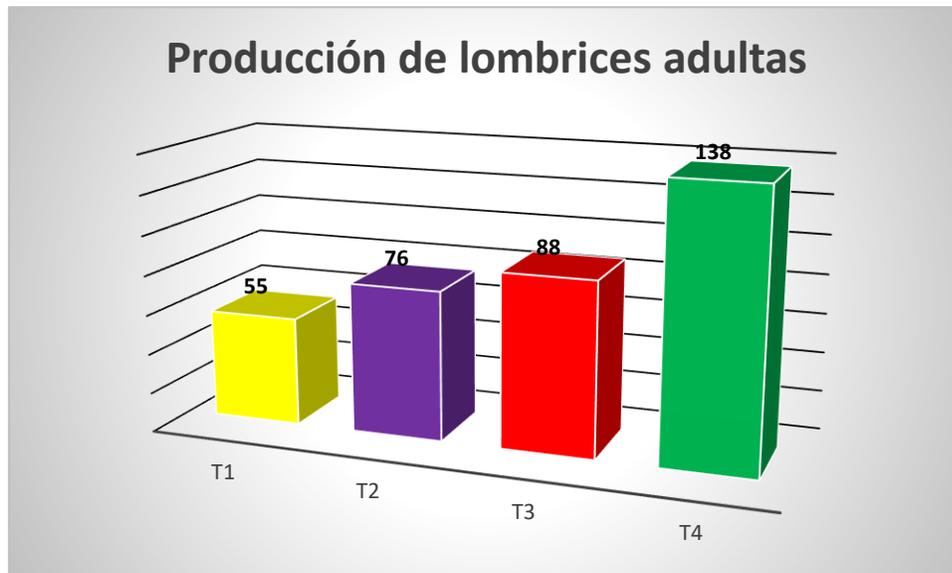
ANOVA						
Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tabulada	
					5%	1%
<b>Total</b>	7	19657,87	-	-	-	-
<b>Tratamientos</b>	3	1863,37	621,12	0,11	9,28	29,5
<b>Error</b>	3	17658,375	5886,12	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

De acuerdo al análisis de varianza, se tiene que en los tratamientos no existe diferencia significativa, lo que da a entender que existe la homogeneidad.

En las repeticiones no existe diferencia significativa, lo que induce a pensar que existe homogeneidad en las cunas y repeticiones.

**GRÁFICA N° 6**  
**Número de lombrices adultas**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 6 podemos observar la producción de lombrices adultas.

- Tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con 138 lombrices adultas.
- Tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) con 88 lombrices.
- Tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%) con 76 lombrices adultas.
- Tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) con 55 lombrices adultas.

Demostrándose que la mayor producción de cocones se dio en el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) y en el de menor cantidad en el tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%).

Edgar L. (2018), obtuvo en su T2 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%), es diferente y presenta un mayor número de 210 lombrices adultas.

### 3.5. CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL HUMUS

**CUADRO N° 18**

**Contenido de N-P-K de los sustratos**

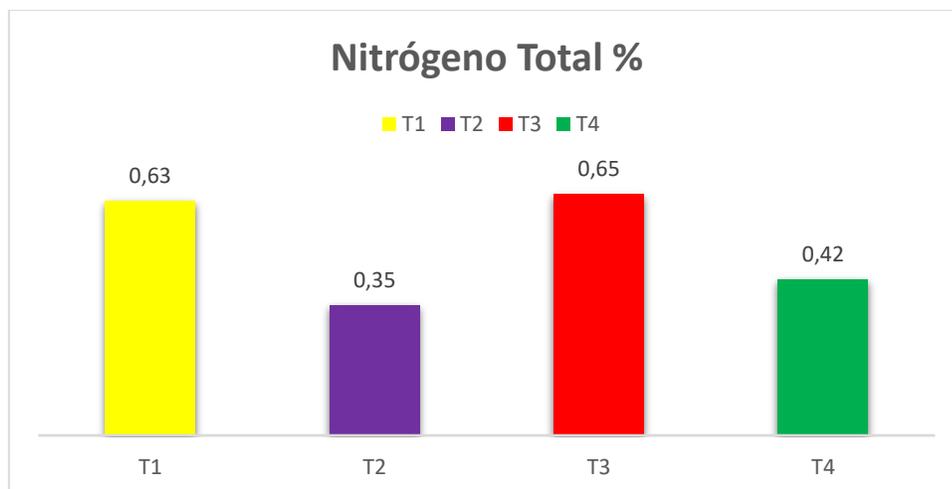
Tipo de Residuo Orgánico	Nitrógeno Total %	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100g)
T1	0,63	107,25	0,38
T2	0,35	38,70	0,39
T3	0,65	94,20	0,25
T4	0,42	109,06	0,19

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el cuadro N° 18, se presenta los resultados del análisis químico realizado a los 4 tratamientos.

**GRÁFICO N° 7**

**Contenido de Nitrógeno por tratamiento**

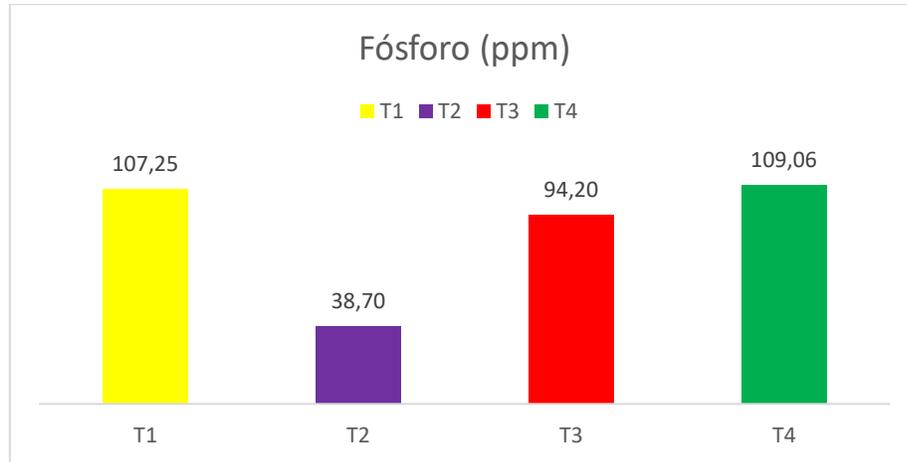


**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En la Gráfica N° 7 se pudo determinar que el:

- T3-0,65 y T1-0,63 alcanzaron un mayor porcentaje de Nitrógeno Total con respecto a los demás tratamientos.
- T4 con 0,42% y el T2 con 0,35 de Nitrógeno Total.

**GRÁFICO N° 8**  
**Contenido de fósforo por tratamiento**

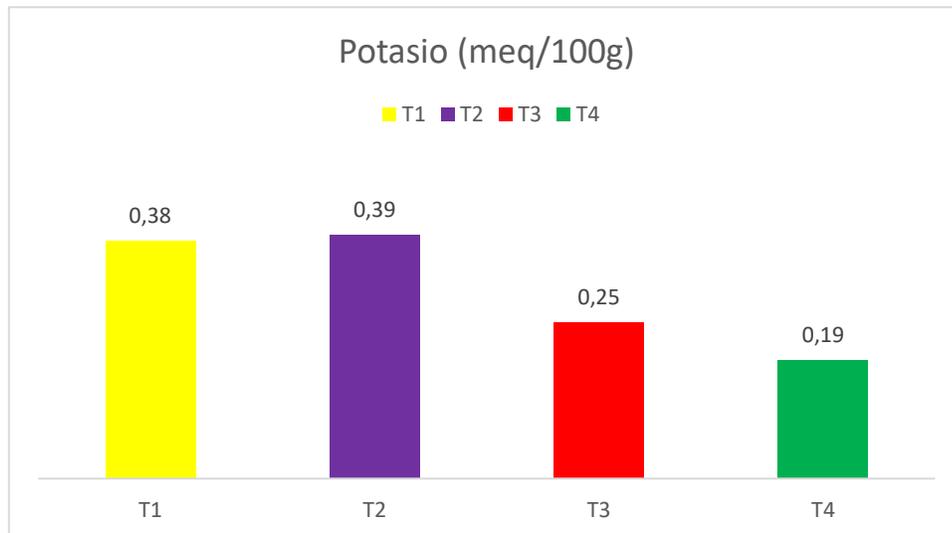


**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En la Gráfica N° 8 se pudo determinar que el:

- T4 alcanzó la cantidad más alta con 109,06 ppm de Fósforo con respecto a los demás tratamientos.
- T1 con una cantidad de 107.25 ppm de Fósforo.
- T3 con una cantidad de 94,20 ppm de Fósforo.
- T2 con una cantidad de 38,70 ppm de Fósforo.

**GRÁFICO N° 9**  
**Contenido de potasio por tratamiento**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En la Gráfica N° 9 se pudo determinar que el:

- T4 alcanzó la cantidad más alta con 0,39 meq/100g de Potasio con respecto a los demás tratamientos,
- T1 con una cantidad de 0,38 meq/100g de Potasio,
- T3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%), con una cantidad de 0,25 meq/100g de Potasio.
- T4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con una cantidad de 0,19 meq/100g de Potasio.

### 3.6. TEXTURA Y ESTRUCTURA DEL HUMUS OBTENIDO

**CUADRO N° 19**

**Textura y estructura de los humus obtenidos**

Tratamiento	Textura (mm)	Estructura	Color
T1	< 2	Granular	4/3 2.5YR brow
T2	< 2	Granular	3/3 7.5YR dark brow
T3	< 2	Granular	2/3 10YR reddish black
T4	< 2	Granular	2/2 10YR very dark

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el cuadro N° 19, se puede observar que los cuatro sustratos cuentan con la misma textura, siendo menor a 2mm, teniendo una estructura del humus obtenido, granular de los cuatro tratamientos.

En cuanto al color, el humus del tratamiento 1 tiene color café, el humus del tratamiento 2 es marrón oscuro, por su parte el humus del tratamiento 3 es negro rojizo, finalmente el humus del tratameinto 4 tiene el color marrom muy oscuro. Por tanto, el color del humus de los cuatro tratamientos está dentro de lo aceptable, con un color desde marrón a marrón muy oscuro, casi negro.

### 3.7. pH DE LOS TRATAMIENTOS

CUADRO N° 20

pH de los tratamientos

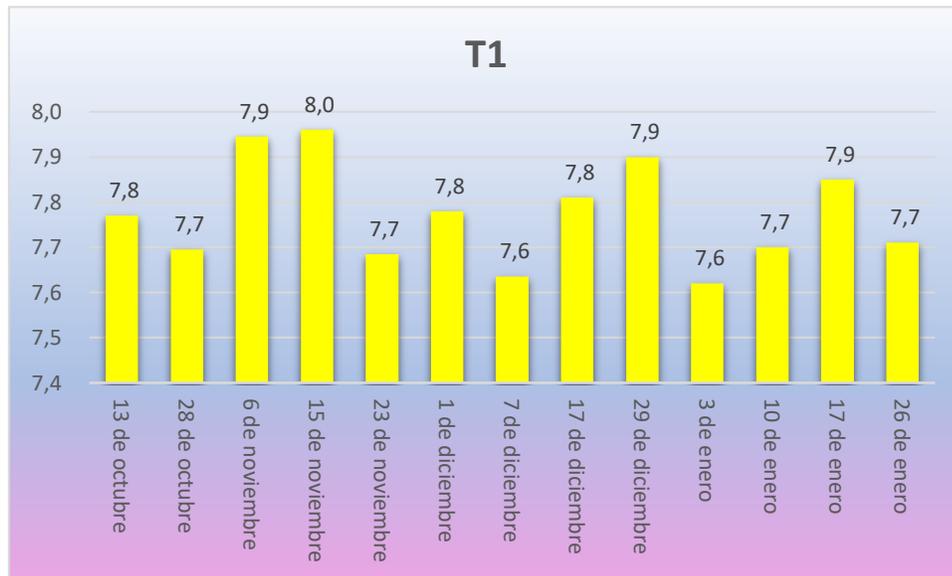
pH				
Fecha	T1	T2	T3	T4
13 de octubre	7,8	7,2	7,6	7,5
28 de octubre	7,7	7,2	7,6	7,3
6 de noviembre	7,9	7,6	7,5	7,3
15 de noviembre	8,0	7,5	7,5	7,3
23 de noviembre	7,7	7,3	7,5	7,2
1 de diciembre	7,8	7,0	7,8	6,8
7 de diciembre	7,6	7,5	7,7	7,7
17 de diciembre	7,8	7,4	7,7	7,8
29 de diciembre	7,9	7,6	7,5	7,8
3 de enero	7,6	8,0	7,9	7,8
10 de enero	7,7	7,8	7,3	7,9
17 de enero	7,9	7,9	7,3	7,7

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

### 3.7.1. pH en todo el proceso de producción T1

**GRÁFICO N° 10**

**Control del pH en el tratamiento 1 (residuos orgánicos de cocina )**



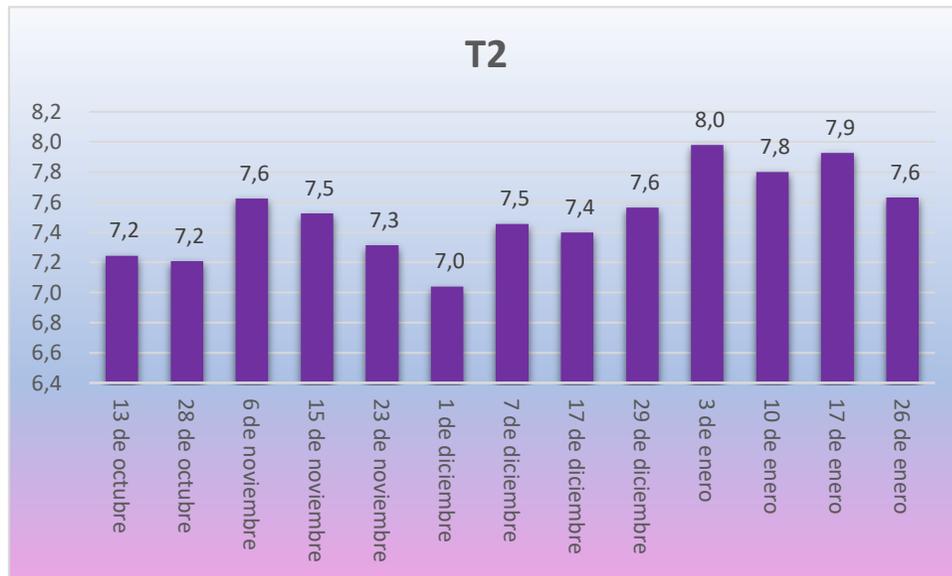
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

- En el tratamiento 1 el pH inició el 13 de octubre con 7,8 siendo moderadamente alcalino, con el último pH 26 de enero con 7,7 siendo igual moderadamente alcalino.
- El pH más alto que se puede deducir en la imagen, se observa que después de un mes el 15 de noviembre, el pH se eleva a 8,0 moderadamente alcalino considerándose el más alto.
- Mientras que el pH el 7 de diciembre es 7,6 moderadamente alcalino es el más bajo.

### 3.7.2. pH en todo el proceso de producción T2

GRÁFICO N° 11

Control del pH en el tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes)



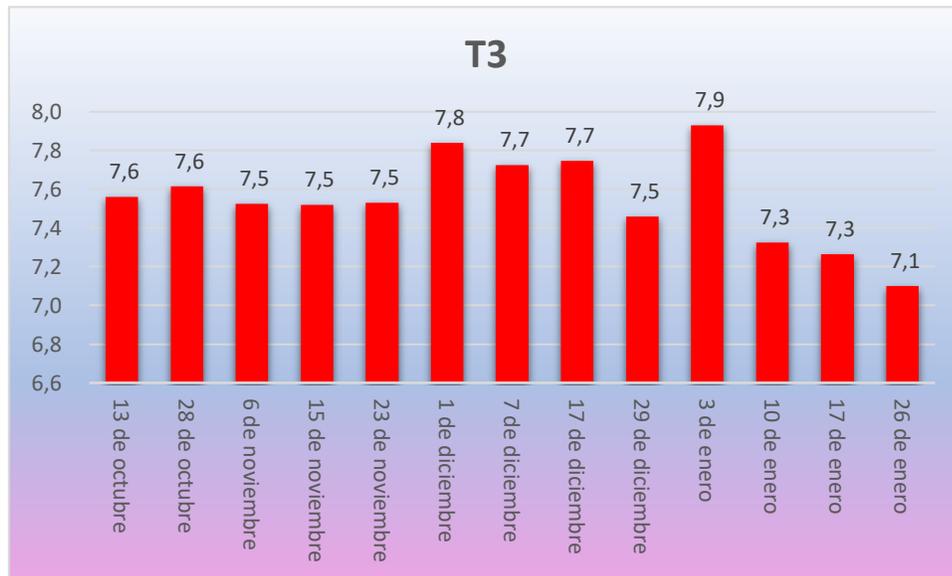
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

- En el tratamiento 2 el pH inició el 13 de octubre del 2021; con 7,2 siendo débilmente alcalino y el último pH registrado el 26 de enero del 2022; con un pH 7,6 moderadamente alcalino.
- El pH más alto que se puede deducir en el grafico N° 11, fue el 3 de enero 2022 con un pH de 8,0 moderadamente alcalino considerado el más alto.
- Mientras que el pH registrado el 1 de diciembre del 2021 fue de 7,0 neutro, considerado el más bajo.

### 3.7.3. pH en todo el proceso de producción T3

GRÁFICO N° 12

Control del pH en el tratamiento 3 (estiércol de vaca)



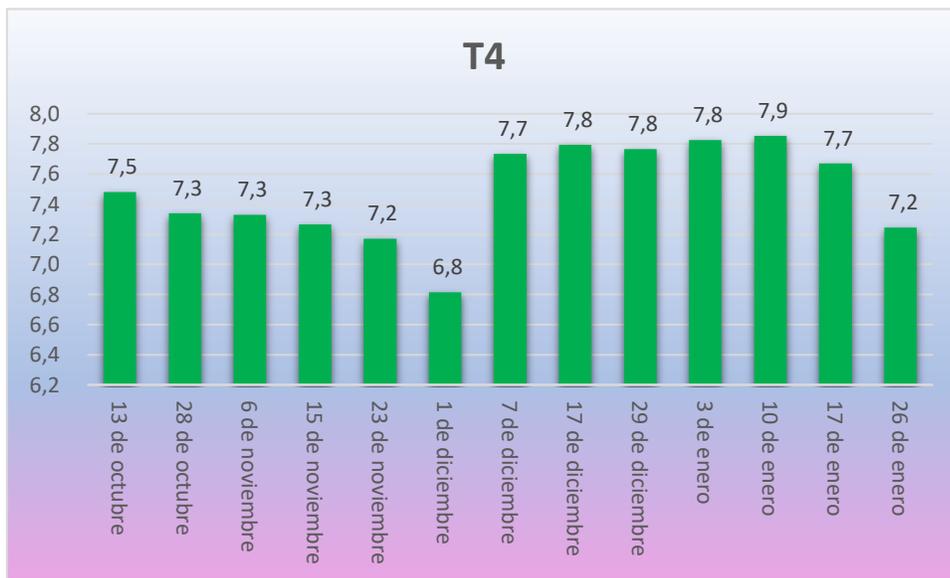
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

- En el tratamiento 3, inició el 13 de octubre de 2021; con un pH de 7,6 siendo moderadamente alcalino, la ultima lectura registrado fue 26 de enero de 2022 con un pH de 7,1 débilmente alcalino.
- El pH más alto que se puede deducir en el grafico N° 12, fue realizado el 3 de enero 2022 con un pH de 7,9 moderadamente alcalino considerado el más alto.
- Mientras que el pH registrado el 26 de enero del 2022 fue de 7,1 debilmente alcalino, es el más bajo.

### 3.7.4. pH en todo el proceso de producción T4

GRÁFICO N° 13

Control del pH en el tratamiento 4 (estiércol de gallina)



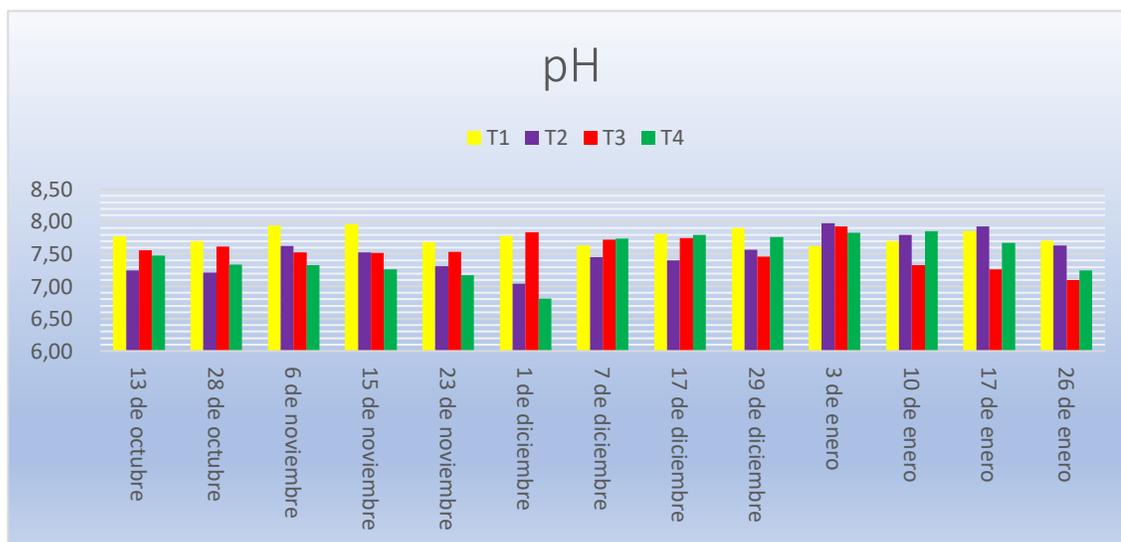
Fuente: Elaboración propia, 2022.

- En el tratamiento 3 el pH inició el 13 de octubre con 7,5 siendo débilmente alcalino, con el último pH 26 de enero con 7,2 débilmente alcalino.
- El pH más alto que se puede deducir en la imagen, se observa que el 10 de enero el pH se eleva a 7,9 moderadamente alcalino considerándose el más alto.
- Mientras que el pH del 1 de diciembre es 6,8 neutro es el más bajo.

### 3.7.5.- pH en todo el proceso de producción de los 4 tratamientos

GRÁFICO N° 14

pH desde la siembra hasta la cosecha de los 4 tratamientos



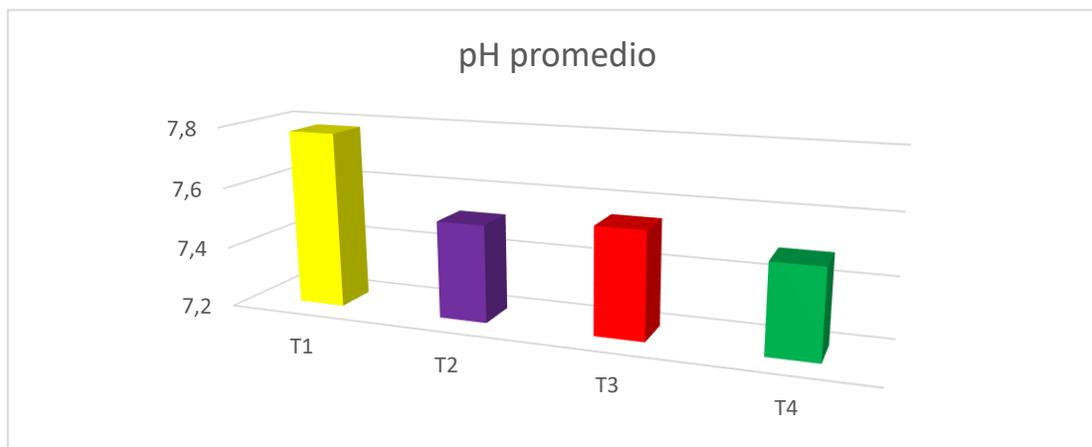
Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la gráfica N° 14, se refleja el resumen de los tratamiento.

### 3.7.6. pH en todo el proceso de producción (media)

GRÁFICA N° 15

pH (media)



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 15 podemos observar el pH promedio:

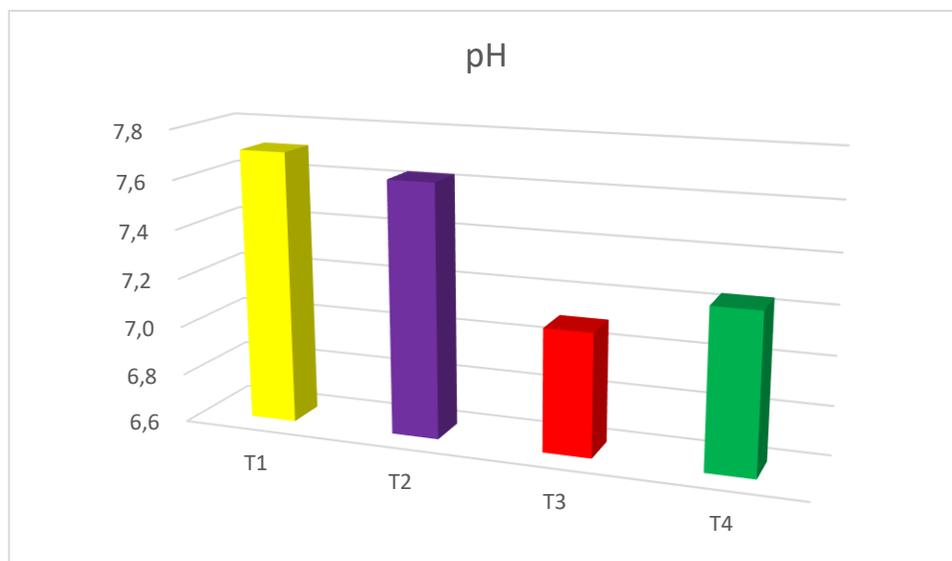
- ❖ El tratamiento 1 con una pH promedio de 7,8 siendo el más alto.
- ❖ El tratamiento 3 con un Ph promedio de 7,6
- ❖ El tratamiento 2 y el tratamiento 4 con un pH promedio de 7,5 siendo iguales.

Demostrándose que el pH promedio de los 4 tratamientos, en condiciones naturales no mostro diferencia.

Siendo los sustratos 2 y 4 con un pH promedio (aproximado 6 - 7,2) que requieren las lombrices para criarse.

### 3.7.6. pH del humus final

**GRÁFICA N° 16**  
**pH del humus obtenido**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En la gráfica N° 16, se refleja de acuerdo a los resultados de pH de los Tratamientos:

- El tratamiento 1 de residuos de cocina, tuvo un pH 7,7 moderadamente alcalino.
- El tratamiento 2 de residuos de hojas de árboles perennes, tuvo un pH 7,6 moderadamente alcalino.

- El tratamiento 3 de estiércol de vaca, tuvo un pH 7,1 débilmente alcalino.
- El tratamiento 4 de estiércol de gallina. Tuvo un pH 7,2 débilmente alcalino.

Flores (2014), obtuvo un pH 7,6 con estiércol de ganado bovino y 7,9 con estiércol de ganado ovino, ambos moderadamente alcalinos.

Y comparando los resultados con Flores (2014), tenemos que dos de nuestros tratamientos están dentro de los resultados o parámetros, pero eso no quiere decir que los otros dos tratamientos no estén dentro de lo normal, ya que según la Ing. Acosta un pH adecuado para las lombrices es de 6 a 7,5 (débilmente ácido – neutro – débilmente alcalino) siendo un pH ideal para las lombrices (aunque pueden sobrevivir a sustratos más alcalinos). Estos resultados nos permiten considerar que los tratamientos son considerados adecuados para la producción de lombriz.

### **3.8. TEMPERATURA DESDE LA SIEMBRA HASTA LA COSECHA**

#### **3.8.1. Temperatura**

El comportamiento de la temperatura en las cunas de madera se presenta; en el cuadro N° 21, donde la variación de temperaturas se debe a que se encuentran en condiciones ambientales naturales.

CUADRO N° 21

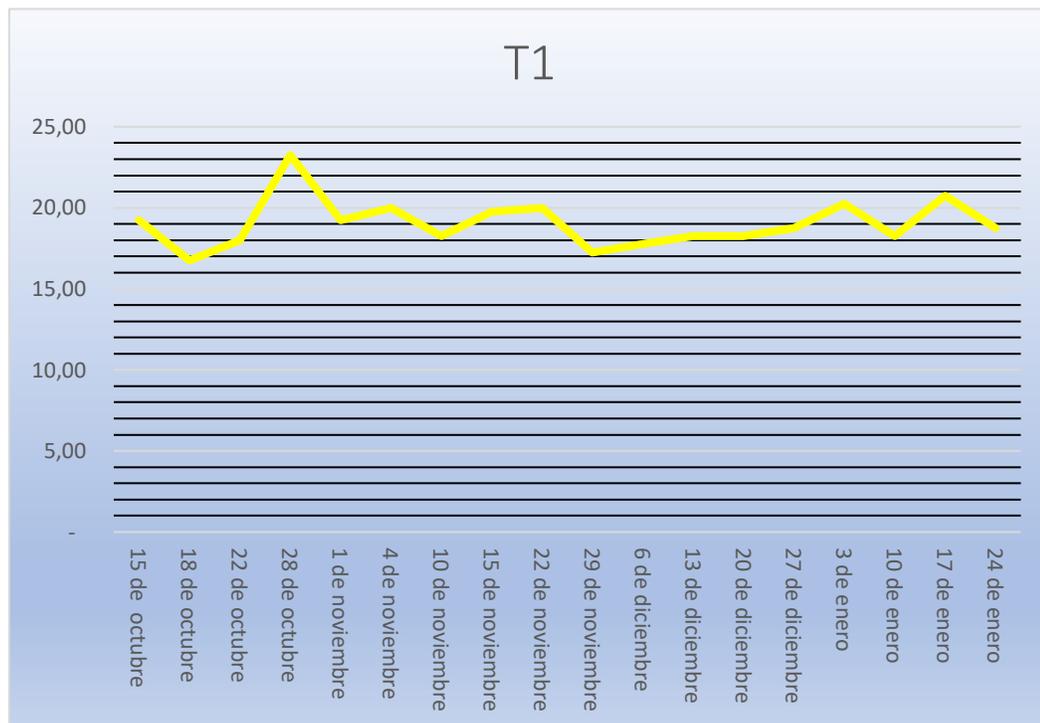
TEMPERATURA				
Fecha	T1	T2	T3	T4
15 de octubre	19,25	20,75	19,75	20,00
18 de octubre	16,75	16,25	16,25	16,00
22 de octubre	18,00	18,75	18,00	17,75
28 de octubre	23,25	22,75	22,75	22,25
1 de noviembre	19,25	19,00	19,25	19,50
4 de noviembre	20,00	20,75	20,00	19,50
10 de noviembre	18,25	18,25	18,25	18,75
15 de noviembre	19,75	19,50	19,75	20,00
22 de noviembre	20,00	20,75	20,00	19,50
29 de noviembre	17,25	16,75	16,75	16,50
6 de diciembre	17,75	17,25	17,25	17,25
13 de diciembre	18,25	18,00	18,25	18,50
20 de diciembre	18,25	18,00	18,00	19,25
27 de diciembre	18,75	18,25	18,25	18,25
3 de enero	20,25	20,75	20,25	19,50
10 de enero	18,25	18,25	18,25	19,25
17 de enero	20,75	21,25	20,75	20,00
24 de enero	18,75	18,50	19,00	18,75
<b>MEDIA</b>	19,04	19,10	18,93	18,92

**Fuente:**Elaboración propia, 2022.

### 3.8.2.- Temperatura en todo el proceso de producción T1

GRÁFICO N° 17

Temperaturas desde la siembra hasta la cosecha T1



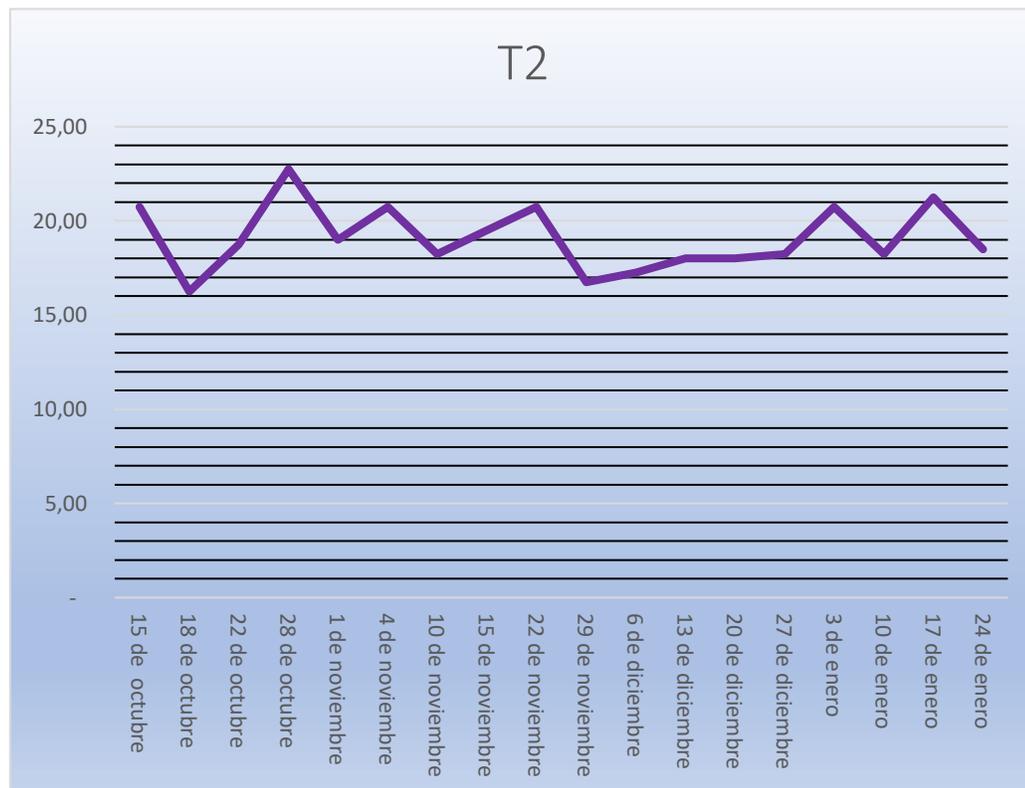
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 17 se puede observar la temperatura registrada en el tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%).

### 3.8.3. Temperatura en todo el proceso de producción T2

GRÁFICO N° 18

Temperaturas desde la siembra hasta la cosecha T2



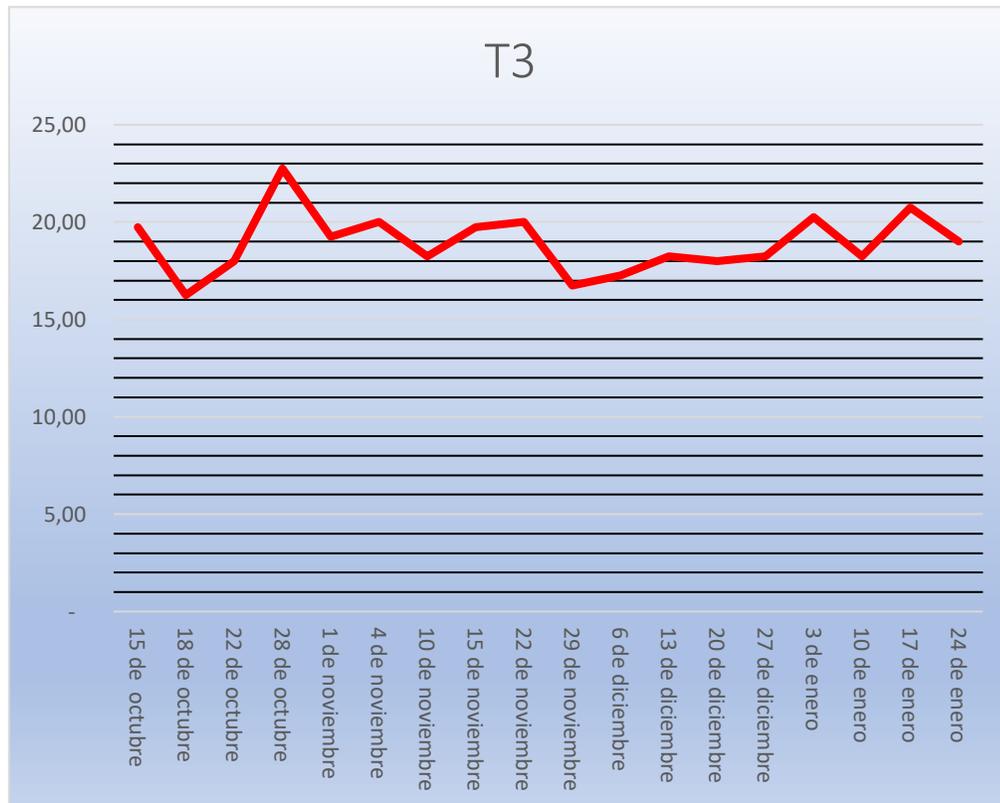
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 18 se puede observar la temperatura registrada en el tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%).

### 3.8.4. Temperatura en todo el proceso de producción T3

GRÁFICO N° 19

Temperaturas desde la siembra hasta la cosecha T3



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 19 se puede observar la temperatura registrada en el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%).

### 3.8.5. Temperatura en todo el proceso de producción T4

GRÁFICO N° 20

Temperaturas desde la siembra hasta la cosecha T4



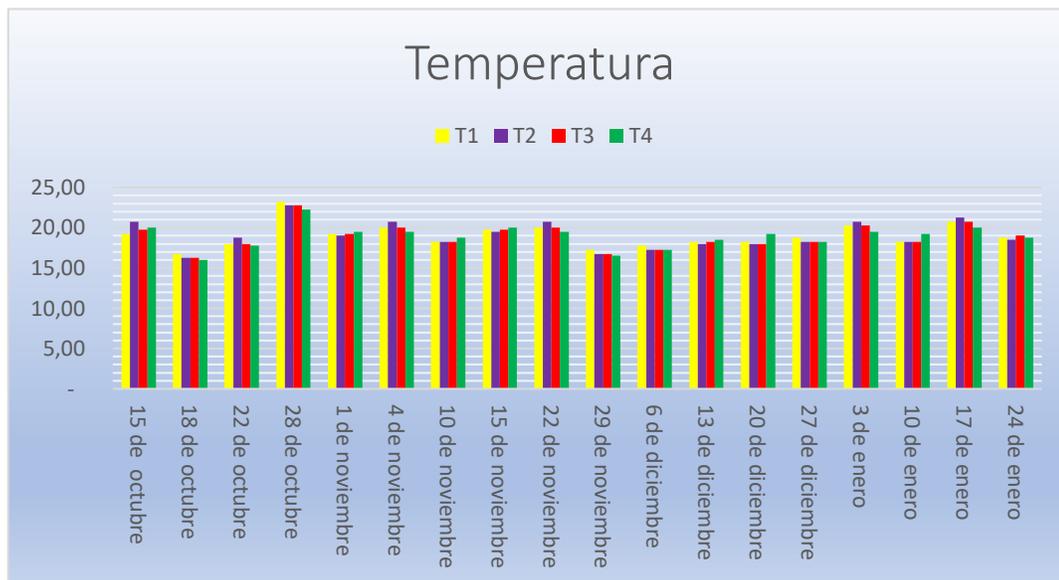
**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 20 se puede observar la temperatura registrada en el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%).

### 3.8.6. Temperatura en todo el proceso de producción de los 4 tratamientos.

**GRÁFICO N° 21**

**Temperaturas desde la siembra hasta la cosecha de los 4 tratamientos**

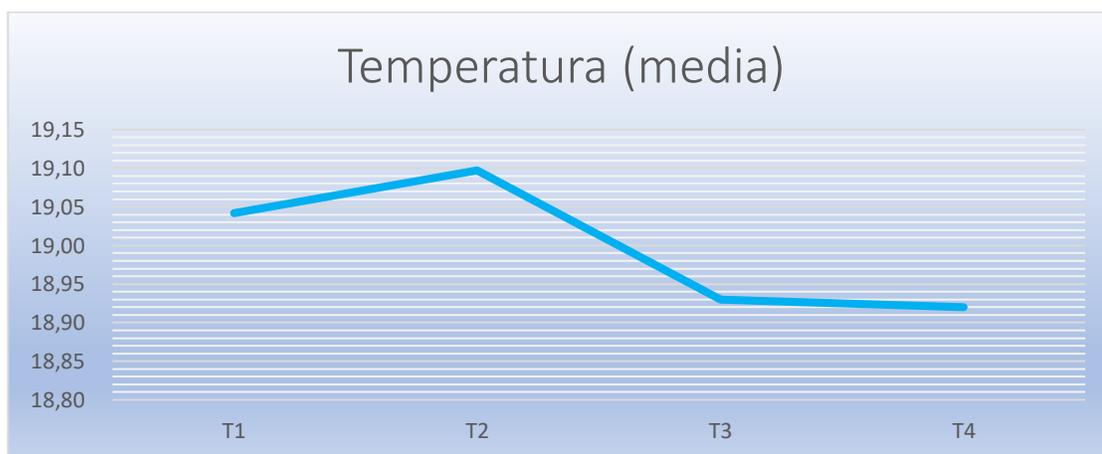


**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

### 3.8.7.-Temperatura en todo el proceso de producción (media)

**GRÁFICO N° 22**

**Temperatura media**



**Fuente:** Elaboración propia, 2022.

En el gráfico N° 22 se puede observar las temperaturas medias:

- En el tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles perennes 50% + aserrín 50%). con una temperatura media de 19,10 °C siendo el sustrato con la temperatura más alta.
- Siguido del tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%). con una temperatura de 19,04 °C.
- Continuando el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%). con una temperatura de 18,93 °C. y con la temperatura más baja
- El tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con una temperatura de 18,92 °C.

Demostrándose que, entre las temperaturas medias de los 4 tratamientos, en condiciones naturales no hay diferencia significativa.

### 3.9. EVALUACIÓN DE COSTO BENEFICIO

La evaluación de un proyecto tiene como finalidad mostrar cuan atractiva es la inversión para producir un bien o servicio y así decidir sobre la conveniencia o no de llevarlo a cabo. Al margen del resultado, la evaluación hace posible conocer los riesgos, medir la rentabilidad en bolivianos e identificar la vulnerabilidad del proyecto. (Paredes,s.f, citado por Limachi, 2018).

#### CUADRO N° 22

##### Resumen de costo por tratamiento

<u>RESUMEN DE COSTOS (T1)</u>	<u>Ex. En Bs</u>
<b>Costo de material Directo</b>	39
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>	50,00
<b>Costo Indirecto de Fabricación</b>	19,73
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>108,73</b>

<u>RESUMEN DE COSTOS (T2)</u>	<u>Ex. En Bs</u>
<b>Costo de material Directo</b>	39
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>	50,00
<b>Costo Indirecto de Fabricación</b>	19,73
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>108,73</b>
<u>RESUMEN DE COSTOS (T3)</u>	<u>Ex. En Bs</u>
<b>Costo de material Directo</b>	53
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>	50
<b>Costo Indirecto de Fabricación</b>	19,73
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>122,73</b>
<u>RESUMEN DE COSTOS (T4)</u>	<u>Ex. En Bs</u>
<b>Costo de material Directo</b>	53
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>	50
<b>Costo Indirecto de Fabricación</b>	19,73
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>122,73</b>

**Fuente:** Elaboración npropia, 2022

En el cuadro N° 22 se refleja el costo por tratamiento, donde se puede observar que no hay una diferencia distintiva entre los costos .

**CUADRO N° 23**  
**Resumen de costos Total**

<u>RESUMEN DE COSTOS</u>	<u>Ex. En Bs</u>
<b>Costo de material Directo</b>	184
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>	200
<b>Costo Indirecto de Fabricación</b>	<u>78,93</u>
<b><u>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</u></b>	<b><u>462,93</u></b>
<b>Kilogramos producidos</b>	19
Costo por Kg	<b>24</b>
Margen de Utilidad deseada (30%)	<b>0,3</b>
Precio de venta por kilo	<b>32</b>
Beneficio	<b><u>601,81</u></b>
	<b><u>138,88</u></b>
<b>RELACIÓN COSTO/BENEFICIO</b>	<b>1,3</b>

**Fuente:** Elaboración npropia, 2022

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos específicos planteados, a continuación se resume las principales conclusiones relacionadas con los principales resultados de la investigación:

- La mayor biomasa final de lombrices se obtuvo con el tratamiento 4 (50% de estiércol avícola + 50 de aserrín) con 586 lombrices incluidas, las 100 lombrices sembradas.
- Se ha comprobado que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para la producción de cocones, lombrices crías, jóvenes y adultas.
- En relación a la producción de cocones, con el tratamiento 1, formado por residuos de cocina 50% + aserrín 50% se obtuvo la mejor producción con el total de 81 cocones.
- En relación a la producción de lombrices crías, con el tratamiento 4, formado por estiércol avícola 50% + aserrín 50%, se obtuvo la mejor producción con el total de 468 lombrices crías.
- En relación a la producción de lombrices jóvenes, con el tratamiento 4, formado por estiércol avícola 50% + aserrín 50%, se obtuvo la mejor producción con el total de 448 lombrices jóvenes.
- En relación a la producción de lombrices adultas, con el tratamiento 4, formado por estiércol avícola 50% + aserrín 50%, se obtuvo la mejor producción con en el total de 138 lombrices adultas.
- La cantidad de Nitrógeno según los resultados obtenidos, a través del análisis químico, se determinó que en el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) tuvo la mayor cantidad con un 65% de nitrógeno.

- La cantidad de Fósforo según los resultados obtenidos, a través del análisis químico se determinó que en el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) tuvo la mayor cantidad de 109,06 ppm de fósforo.
- La cantidad de Potasio según los resultados obtenidos, a través del análisis químico se determinó que en el tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles 50% + aserrín 50%) tuvo la mayor cantidad de 0,39 meq/100g de potasio.
- El pH en los 4 tratamientos estuvieron dentro del rango considerado, siendo el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%), el más cercano a un pH neutro con un pH de 7,1 débilmente alcalino. Juntamente con el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) con un pH 7,2 débilmente alcalino.
- La textura del humus obtenido, no presentan diferencia entre los 4 tratamientos.
- El color se obtuvo desde un color marrón a un color muy oscuro (casi negro):  
En el tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%) un color café,  
En el tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles 50% + aserrín 50%) un color marrón oscuro,  
En el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) un color negro rojizo,  
En el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) un color muy oscuro.  
Según la tabla de munsell.
- Concluimos finalmente, que las características químicas y físicas del humus de lombriz obtenido es de buena calidad.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Para tener un mejor sustrato como alimento, siendo un alimento inicial (una primera cama inicial para las lombrices), se recomienda, que tenga un mayor tiempo de descomposición, para posteriormente incorporar como alimento los sustratos preparados en su tiempo establecido para este trabajo de investigación.
- Para tener una alta productividad de estos anélidos, se recomienda mantener en condiciones controladas la temperatura y el pH, ya que estos influyen de manera considerable en la producción.
- Para la producción de cocones se recomienda usar el tratamiento 1 (residuos de cocina 50% + aserrín 50%), ya que fue en ese sustrato que se tuvo la mayor producción de cocones.
- Para la producción de lombrices crías se recomienda usar el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) ya que fue en ese sustrato que se tuvo la mayor producción de lombrices crías.
- Para la producción de lombrices jóvenes se recomienda usar el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) ya que fue en ese sustrato que se tuvo la mayor producción de lombrices jóvenes.
- Para la producción de lombrices adultas se recomienda usar el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) ya que fue en ese sustrato que se tuvo la mayor producción de lombrices adultas.
- En cuanto a los macronutrientes N, P, K, se recomienda el tratamiento 3 (estiércol bovino 50% + aserrín 50%) para una mayor cantidad de nitrógeno, para la mayor producción de fósforo se recomienda el tratamiento 4 (estiércol avícola 50% + aserrín 50%) y para una mayor cantidad de potasio se recomienda el tratamiento 2 (residuos de hojas de árboles 50% + aserrín 50%).
- Recomendación para el lugar ideal, para las lombrices, es cualquier espacio, recipiente, donde se pueda criar las lombrices, siempre teniendo en cuenta sus principales requerimientos de control de la temperatura, el pH, la humedad y, que se encuentren libres de los enemigos naturales.