

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EFECTO DE LA ALIMENTACION CON ESTIERCOL ANIMAL EN LA DENSIDAD POBLACIONAL, PESO Y LONGITUD DE LOMBRICES ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) EN EL DISTRITO DE HUACRACHUCO – HUANUCO 2018”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

BACH. LOPEZ CORREA DOLMO ELEEL

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres Lino LOPEZ CHUQUINO y Julia CORREA PANTOJA, por el apoyo constante que me brindaron para poder culminar mis estudios universitarios y así cumplir una de mis metas trazadas en mi vida.

A mis hermanos Olga, Gloria, Richar y Lucio; por su confianza y apoyo incansable e incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por ser mi guía y fiel compañía en cada momento de mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional para así poder realizar con éxito el presente trabajo de investigación.

A mi asesor Ing. Agustina Valverde Rodríguez por haberme brindado su apoyo incondicional, dedicación y paciencia al instruirme y transmitirme sus conocimientos durante la elaboración del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de estudio por el apoyo mutuo durante los años que estuvimos en la universidad, ya que estuvieron en los momentos difíciles, entregándome su tiempo, entusiasmo y comprensión para cumplir con los retos de la vida y realizar mis metas propuestas.

RESUMEN

La investigación “Efecto de la alimentación con estiércol animal en la densidad poblacional, peso y longitud de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*) en el distrito de Huacrachuco – Huánuco”, se desarrolló en Huacrachuco con clima frío templado, zona de vida bosque seco - Montano Bajo Tropical, (bs- MBT). Tipo de investigación aplicada y nivel experimental, con una población de 1 600 lombrices por experimento y 100 por unidad experimentales; bajo el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Las variables evaluadas fueron densidad poblacional, peso y longitud de lombrices, días a la descomposición de materia orgánica, peso y calidad de humus obtenido. Los resultados indicaron que existen diferencias estadísticas significativas en la densidad poblacional de lombrices donde el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) obtuvo el promedio más alto 185,15 millares de lombrices por metro cúbico, en peso y longitud de lombrices no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos sin embargo el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) obtuvo 0,77 gramos 8,06 cm respectivamente. Referente a días a la descomposición de materia orgánica existe diferencias significativas obteniendo el promedios más alto el tratamiento T₁ (Estiércol de cuy) con 3,67 meses y el tratamiento T₃ (Estiércol de ovino) con 3,00 meses; La mayor cantidad de humus se obtuvo con los tratamientos T₂ y T₃ con 36,25 y 33,75 kg respectivamente y el tratamiento T₁ ocupó el último lugar con 3,75 kg de humus, los resultados permiten recomendar el uso del estiércol fresco de vacuno y ovino como fuente de alimento para las lombrices californianas.

Palabras claves: Lombricultura, humus, patología de lombriz

SUMMARY

The research "Effect of feeding with animal manure on the population density, weight and length of the Californian red worms (*Eisenia foetida*) in the district of Huacrachuco - Huánuco", was developed in a place with cold temperate climate, forest life zone dry - Montano Bajo Tropical, (bs- MBT). Type of applied research and experimental level, with a population of 1,600 worms per experiment and 100 per experimental unit; Under the design of Completely Random Blocks (DBCA), the variables evaluated were population density, weight and length of worms, days of decomposition of organic matter, weight and quality of humus obtained. The results allowed us to conclude that there are significant statistical differences in the population density of worms where the T2 treatment (Beef manure) obtained the highest average 185.15 thousands of worms per cubic meter, in weight and length of worms there are no significant statistical differences Among the treatments, however, the T2 treatment (beef manure) obtained 0.77 grams 8.06 cm respectively. Regarding days to the decomposition of organic matter there are significant differences obtaining the highest average treatment T1 (guinea pig manure) with 3.67 months and treatment T3 (sheep manure) with 3.00 months; The greatest amount of humus was obtained with the T2 and T3 treatments with 36.25 and 33.75 kg respectively and the T1 treatment ranked last with 3.75 kg of humus; These results allow us to recommend the use of fresh cattle and sheep manure as a food source for Californian worms.

Keywords: Earthworm, humus, earthworm pathology

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

	Pg.
I. INTRODUCCIÓN	08
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.1.1. Origen e historia de la lombriz	10
2.1.2. Importancia de la lombriz	10
2.1.3. Descripción de la especie.	12
2.1.4. Características de la lombriz roja californiana	15
2.1.5. Reproducción de la lombriz	16
2.1.6. Características reproductivas	17
2.1.7. Uso y Alimentación y nutrición	17
2.1.8. Patologías de la lombriz	19
2.1.9. Enemigos de las lombrices	19
2.1.10. Condiciones ambientales necesarias	20
2.1.11. La lombricultura	25
2.1.12. Humus de lombriz	27
2.2. ANTECEDENTES	28
2.3. HIPÓTESIS	31
2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	32
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.	33
3.3. POBLACION, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	33
3.4. TRATAMIENTO EN ESTUDIO	34
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	35

3.5.1. Diseño de la investigación	35
3.5.2. Datos a registrar	39
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	40
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	41
3.7. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	42
IV. RESULTADOS	47
V. DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
LITERATURA CITADA	62
ANEXOS	69

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de los agricultores de la provincia de Marañón, es el empobrecimiento progresivo de los suelos causado por múltiples razones, en particular las condiciones climáticas extremas, sobre todo la sequía y las actividades humanas que contaminan o menoscaban la calidad y la utilidad de las tierras, con lo cual perjudican la producción de alimentos.

La Lombricultura está al alcance de todos los agricultores y personas que desean contribuir a la descomposición de los desechos orgánicos. Esta ciencia es una biotecnología que utiliza a una especie domestica de lombriz como una herramienta de trabajo. Esta especie tiene la capacidad de recibir y degradar todo tipo de materia orgánica, obteniendo como resultado el producto denominado Humus de lombriz.

A base de esta tecnología, el objetivo de este trabajo es reducir el empobrecimiento de los suelos de la serranía, sin lugar a dudas la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), es el aliado más importante del ser humano; la razón es muy simple ya que consume residuos orgánicos en descomposición y excreta humus, o sea que transforma la contaminación en riqueza del suelo (Ferruzi, 2001).

El distrito de Huacrachuco, desde sus orígenes se ha caracterizado por ser una región agrícola y pecuaria, donde el poblador del campo se caracteriza por practicar la crianza extensiva de todo tipo de ganado como ovino, caprino; o en el caso de la crianza de cuyes que se acostumbra hacerlo en la cocina o en galpones, por lo que es de suponer que, el estiércol resultante de la crianza, terminan en el patio trasero de la casa o en mejor de los casos en las huertas o chacras del agricultor, los mismos que se vienen desperdiciando al no aprovecharlos eficientemente. Estos residuos orgánicos pueden ser utilizados

como alimento para la crianza intensiva de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Los resultados del presente trabajo de investigación servirán para contribuir a la solución del problema planteado ya que el objetivo principal del presente estudio será determinar la producción de lombrices roja californiana alimentadas con estiércol animal de diferentes especies.

Ante este problema, la investigación aportara para contribuir a la solución del empobrecimiento de los suelos de la provincia de Marañón ya que el objetivo principal del presente estudio es evaluar el efecto de la alimentación con estiércol animal en la densidad poblacional, peso, longitud de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*) y la riqueza nutricional del humus en el distrito de Huacrachuco –Huánuco y los objetivos específicos fueron:

1. Evaluar el efecto de la alimentación con estiércol de cuy, vacuno y ovino en la densidad poblacional, peso y longitud de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*) en el distrito de Huacrachuco.
2. Evaluar el efecto de la alimentación de lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*) con estiércol de cuy, vacuno y ovino en la composición química del humus.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Historia de la lombriz roja californiana.

En la antigua Grecia, ARISTÓTELES (322-384 a.C.) manifestó que las lombrices eran los intestinos del suelo y que contribuían a la fertilidad del mismo (SANTILLÁN, 1997). En Egipto se les consideraba animales valiosos por contribuir a la fertilidad del suelo, al grado de castigar con la pena de muerte a la persona que exportara lombrices a otras tierras (SANTOS, 1997).

Los incas en el antiguo Perú ya apreciaban la importancia de estas especies en las tierras de cultivo; incluso uno de los valles más fértil y sagrado para los Incas fue llamado Urubamba, en honor a la lombriz, ya que es palabra compuesta de origen quechua; urur, lombriz y bamba, lo que significa valle de lombrices (RAMÍREZ, 2013).

Por su parte, DOMÍNGUEZ *et al.* (2005) refiere que Darwin, dedicó 40 años al estudio de este anélido y publicó un libro referente a la formación de materia orgánica (humus) a través de la acción de lombrices.

2.1.2. Importancia de la lombriz roja californiana.

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es un anélido doméstico que fue cultivada y seleccionada por la Universidad Agrícola de California (1973), originario del Centro Occidental de Europa. Lo convierte una lombriz de importancia económica por su longevidad, prolificidad y deyecciones. Actualmente los tipos de lombrices más utilizados en la lombricultura intensiva son tres: La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* NC), la lombriz roja

(*lombricus rubellus* NC) y rojo híbrido o negra africana (*Eudrillus eugeniae* NC). Entre estas lombrices señala como la más versátil y rentable a la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida* NC), las razones en que se fundamenta la mayor rentabilidad que origina esta lombriz roja californiana son las siguientes: son longevos viven 16 años, prolíficos 1 500 lombrices por año y sus deyecciones que es abono orgánico, flora bacteriana prácticamente el 100% (2 x 10¹² colonias g-1) con dos billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido (FERRUZZI, 1987).

En muchos países del mundo se ha experimentado con ella en diferentes condiciones de clima y altitud viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho, es muy prolífica, se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de residuos orgánicos, produce enormes cantidades de carne y humus por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra, se puede obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso animal y humanos. Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación animal (SANCHEZ, 2003).

En nuestro país, a partir del año 1986 diversas Instituciones privadas y estatales se interesan por esta nueva técnica. En la Feria Internacional del Pacífico (noviembre .1986) en el pabellón de Chile, se exhibe por primera vez instalándose posteriormente criaderos en Chancay (Lima) y Ucayali (Pucallpa). Poco después va extendiéndose la crianza en todo el país, actualmente se ha difundido la técnica en Huancayo, Trujillo, Tarapoto, Cerro de Pasco (Huariaca), Piura, Cuzco, Arequipa y Tacna siendo su comportamiento diferente en las zonas mencionadas afectando su desarrollo el clima, la altitud y las materias primas para el alimento de la lombriz (FIGUEROA, 1993).

La lombriz permite transformar residuos agrícolas, industriales, urbanos y estiércoles, en productos de gran valor económico y ecológico tales como: carne, harina y humus de lombriz, lo que es mejor todavía esta acción ofrece múltiples beneficios ecológicos que contribuyen a la conservación del medio ambiente (CAÑARI, 2002).

2.1.3. Descripción de la especie.

HERNÁNDEZ (2006) clasifica taxonómicamente a la especie de la siguiente manera:

- Reino : Animal
- Phylum : Anélido
- Clase : Oligoqueto
- Orden : Opisthopro
- Familia : Lombricidae
- Género : Eisenia
- Especie : *Eisenia foetida*

La lombriz (*Eisenia foetida*) es de color rojo oscuro, vive aproximadamente unos 16 años, se reproduce rápidamente en cautiverio, se alimenta *de todo tipo de* desechos orgánicos, es hermafrodita puesto que posee ovario y testículos, es muy prolifera madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes *de vida*, no se autofecundan por lo tanto es necesario la copula, respira por medio de su *piel*, pesa *aproximadamente* 1,4 gramos, es una "*maquinita*" de producción de humus, su excremento contiene: 5 veces más nitrógeno, 7 veces más potasio, 2 veces más calcio y no soporta la luz solar (DOMÍNGUEZ, 2003).

La lombriz roja californiana es un animal hermafrodita e incompleto. Es hermafrodita porque cada lombriz posee dos órganos sexuales (macho y hembra) separados, o sea, produce óvulos y espermatozoides a la vez. Es

incompleto porque a pesar de tener dos órganos sexuales no puede auto fecundarse y para propagar su propia especie tiene que copular (acoplarse) e intercambiar óvulos y espermatozoides con otra lombriz (SÁNCHEZ, 2003).

Es capaz de soportar grandes densidades de crianza, hasta 50 000 lombrices por metro cuadrado. El medio óptimo donde la lombriz se desarrolla está ubicado en zonas donde la temperatura promedio es de 19° a 20 °C. La lombriz se inactiva tanto al frío (0°C) como al calor elevado (42 °C). Se alimenta de materia orgánica en descomposición, y sólo necesita que este alimento se encuentre húmedo y blando. Consume diariamente 1 gramo de materia orgánica descompuesta y excreta el 60 % de lo consumido en forma de humus (ONGPE, 2009).

FERREIRO (2001) afirma que dependiendo de la alimentación y de los cuidados, su *capacidad* reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45 - 60 días de 1 000 lombrices al cabo de un año se convierten en 12 000 000 y 7 en dos años en 144 000 000 durante este periodo habrán transformado 240 000 toneladas de residuos orgánicos en 150 000 toneladas de humus, miden entre 5,8 cm de longitud, las adultas su respiración es a través de la piel, la boca carece de dientes, posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral, existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción.

El mismo autor reporta que la (*Eisenia foetida*) habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto, es muy susceptible a cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación. Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo.

La temperatura, humedad y alimentación influyen en el desarrollo de la lombriz roja californiana, vive normalmente en zonas de clima templado (20°C a 24°C); su temperatura corporal oscila entre 19°C y 20°C y humedad de 82%. En estado adulto, mide entre 5 cm. a 10 cm. de longitud, con un diámetro de 3mm a 5mm; su peso aproximado es de 1g (CORONEL, 2001).

Los tipos más utilizados de lombrices domesticadas son: (*Eisenia foetida*), (*Lombricus rubellus*) y un híbrido denominado rojo híbrido. El mismo autor al referirse a las especies, menciona, que, de las especies domesticadas, la especie (*Eisenia foetida*), es la que ha dado mejores resultados porque es polífaga, vivaz, trabajadora y resistente al estrés (FERRUZZI, 2001).

FERRUZZI (2001) menciona las siguientes etapas de desarrollo de la lombriz:

a) Cápsula - capullo o cocón

Las glándulas del clitelium producen el capullo o cápsula (cocón). La capsula tiene un color amarillo-verdoso, tiene la forma parecida a una pera muy pequeña, redondeada por una parte y acuminada por la otra. Por esta última parte emergen las lombrices después de 14-21 día de incubación, las crías rompen la envoltura la cual ha adquirido un color más oscuro. En general cuando salen menos de 3 lombricitas por capsula son básicamente de color rosado y de tamaño más grandes (de 2 a 3 mm).

b) Juveniles

Están entre los tres centímetros, su color va desde rosado fuerte hasta un color rojo oscuro el tiempo transcurrido para adquirir estas características es de 45 a 90 días y el crecimiento es de 2 a 3 cm aproximadamente.

e) Adultas

La madures la alcanza aproximadamente a los 3 meses de edad y se caracteriza por presentar la formación de clitelo, puede medir 3 o más cm y su color es rojo oscuro.

d) Madurez o desarrollo definitivo

La madurez lo alcanza entre 6 o 7 meses llegando a una longitud entre 6 y 10 cm, con un grosor de 3 a 5 mm, su color es rojo oscuro.

2.1.4. Características de la lombriz roja californiana

Esta especie se adapta a un amplio rango de temperaturas, su óptima 22°C y sus niveles críticos oscilan entre 0 y 42°C, en la medida que se aleja del óptimo se reduce la ingestión de alimento y su función reproductora (GALVIS, 1991).

La *Eisenia foetida* presenta una coloración rojo oscura, respira por la piel, mide de 6 a 10 cm de largo, de 3 a 5 mm de diámetro y pesa de 0,24 a 1g. Sánchez, (2003); Coronel, (2001); tiene una vida útil de 4 a 16 años y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1 300 lombrices por año; la incubación es de 14 a 21 días, maduran sexualmente a los 90 días, SÁNCHEZ (2003) donde se visualiza un anillo de mayor espesor o diámetro que el resto del cuerpo llamado clitelium (FERRUZZI, 1987).

Estas lombrices alcanzan la máxima capacidad reproductiva a temperaturas que van de 14 a 27°C. Sánchez, (2003). Sin embargo, se ha comprobado que bajo temperaturas de 31 °c promedio, esta lombriz roja mantiene un adecuado ritmo de crecimiento y reproducción (HEMÁNDEZ *et. al.*, 1997).

Las lombrices recién nacidas son de color blanco, se vuelven rosadas a los 5 o 6 días y se convierten definitivamente a rojo oscuro de los 15 a 20 días el tamaño del individuo adulto se alcanza a la edad de 7 meses; su temperatura corporal oscila entre 19°C y 20°C y presenta una humedad de 82%. Fuentes, 1982 (FERRUZZI, 1987).

Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso: el 60% se convierte en abono y el resto lo utiliza en su metabolismo y para generar tejidos corporales. Se acopla regularmente cada 7 días, desde los tres meses de edad, si la temperatura y la humedad del medio son adecuadas (CORONEL, 2001).

2.1.5. Reproducción de la lombriz

La lombriz de tierra es hermafrodita dependiente y alcanza la madurez sexual entre el tercer y quinto mes de edad (Velásquez, 1987), con una longitud y peso de 47,4 mm y 0,406 g respectivamente, como lo indica (POBLETE y RTÚZ, 1989).

La lombriz roja californiana es hermafrodita incompleta no puede autofecundarse y debe realizar un acoplamiento con otra lombriz para reproducirse. Durante el acoplamiento cada una de las lombrices recibe los espermatozoides de su compañera para fecundar los óvulos.

La fecundación se realiza a través del clitelo, cuyas glándulas producen el capullo o cápsula de color amarillo y de 3mm x 4mm. Estas cápsulas se abren después de 12 a 21 días, según la temperatura del medio donde se encuentran ubicadas. Cada lombriz producirá luego dos huevos y de los que saldrán de 2 a 20 lombrices; la cápsula contiene un líquido (albúmina) que constituye la fuente alimenticia de las pequeñas lombrices durante el período de incubación. Una lombriz puede producir anualmente, en condiciones normales de humedad. Temperatura, unas 1 500 pequeñas lombrices, por lo tanto, una

pareja dará unas 3 000 lombrices, es decir cinco generaciones anuales (FERRUZI, 1987).

2.1.6. Características reproductivas

GUTIÉRREZ (2007) al utilizar estiércol fresco de bovino y ovino observó que el 100% de las lombrices murieron al tercer día, lo que coincide con el reporte de Gunadi y Edwards, (2003) en el sentido de que la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) no puede sobrevivir en sólidos frescos de ganado a nivel de laboratorio.

Contrariamente, Sophary *et. al.*, (2002) y Manh, (2003) señalan que la lombriz *Eisenia foetida* si sobrevive en el estiércol fresco de ganado, cabe señalar que estos trabajos fueron realizados bajo sombra con diferentes proporciones de estiércol y densidad de lombriz, Sophary *et. al.* (2002) recomienda que debe incluirse de 5 a 25 g de lombriz por kg de estiércol fresco, y en los futuros experimentos sobre esta línea de investigación considerar los intervalos para proporcionar el estiércol.

2.1.7. Alimentación y nutrición

Las lombrices comen casi cualquier sustancia orgánica putrefacta y les encanta los azúcares, consumen residuos orgánicos de mercado que contienen altos contenidos de sacarosa, las sales y la celulosa. Cuanto más fino sea el granulado de la comida, menor dificultad tendrá para ingerirla y, por tanto, mayor será la producción de carne de lombriz y humus. Como las lombrices son muy voraces y les encanta la celulosa, aceptan el papel y el cartón, siempre y cuando estén bien humedecidos, el estiércol de bovino puede ser usado sin necesidad de mezclarlo, debido a su alto contenido de celulosa. El estiércol de ovino debe ser regado debido a su consistencia y compactación (INDICAP 1990).

Las lombrices son saprófagas, ya que su alimentación se basa en residuos biodegradables, desde el detritus orgánico hasta los coprolitos

animales, teniendo preferencia por estas últimas lo que las individualiza de las demás especies (CALLEJAS *et. al.*, 1989).

En condiciones térmicas óptimas se añadirán entre 20 y 30 kilos de alimento por lecho, en una capa de 5 a 10 cm., cada 10 a 15 días, cuyo principal objetivo es mejorar la aireación y en el supuesto de que alguna porción del alimento no estuviera totalmente fermentada. El alimento que se les proporcionara será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta, así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), mataran las lombrices (FERRUZI, 1987).

Es importante conservar la humedad, pero cuidando que no se produzcan inundaciones. También debe controlarse el pH del alimento entre 5 y 9, aproximadamente, siendo 7 el ideal (Benavides y Vargas, 1989).

El mejor método para comprobar si el alimento es apto, consiste en colocar en un pequeño recipiente el alimento, luego poner unas cuantas lombrices y exponerlos a la luz del sol, si las lombrices se entierran rápidamente y no salen del recipiente en unos minutos, el alimento es apto para su consumo; pero si por el contrario, no se entierran y huyen rápidamente del recipiente, o mueren antes de las 48 horas en el medio de prueba, nos encontramos ante un alimento que aún no está listo para ser consumido, se recomienda hacer esta prueba antes de darle a las lombrices cualquier alimento que sea nuevo para ellos (SÁNCHEZ, 2003)

2.1.8. Patologías de la lombriz

RESTREPO (2007) manifiesta que otras causas que pueden causar patologías pueden ser:

- Las lesiones e infecciones producidas por acción de insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, ciempiés, bichos bolita u hormigas. Si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir. La

muerte del animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices.

- La presencia de sustancias nocivas en la comida puede provocar una disminución de las lombrices y una pérdida de peso. En algunos casos afectan la musculatura de lombrices impidiendo su locomoción o el apareamiento.

- La intoxicación proteica o "gozzo ácido". Este es un síndrome desencadenada por la presencia de un alto contenido de sustancias proteicas (no transformadas) en el alimento de las lombrices. Al ser atacadas estas proteínas por las enzimas digestivas de la lombriz, se produce amonio que inflama al animal y le provoca la muerte.

2.1.9. Enemigos de las lombrices

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lumbricultor (por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos). Para eliminar los gorgojos se recomienda espolvorear la zona invadida con azufre o utilizar a modo de lanzallamas el quemador normal de gas tipo "camping" (CASTILLO, s.d.; RESTREPO, 2007).

Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas. Los pájaros encuentran a las lombrices con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que el lumbricultor deberá cubrir el lecho con ramas o redes media sombra. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege al plantel del ataque de los pájaros y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad. La planaria causa daños muy importantes en los criaderos comerciales. Se trata de un pequeño gusano platelminto, de cuerpo plano, de color oscuro con rayas a lo largo del cuerpo, este parásito se

adhiera a la lombriz y mediante un tubo absorbe sus líquidos corporales matándola (MEINICKE, 1988; RESTREPO, 2007).

2.1.10. Condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de las lombrices y sus consecuencias sobre la lombricultura

2.1.10.1. Temperatura

FERRUZZI (2001) La temperatura considerada óptima para el desarrollo de las lombrices, oscila entre 18° a 25°C (su temperatura corporal es de 21°C). Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad. Van dejando de reproducirse y crecer y los espermatóforos no eclosionan hasta que se presentan condiciones favorables. Las lombrices rojas pueden vivir en cualquier clima que no superen los 60°C.

2.1.10.2. Humedad

FERRUZZI (2001) La humedad óptima para el desarrollo y reproducción de este tipo de lombriz roja (*Eisenia foetida*) oscila entre 70 a 80%, la humedad de las camas, lechos o cajones no debe superar el 80% por lo no debe estar expuesta a fuertes lluvias que pudieran saturar las camas, lo que mataría a las lombrices.

La lombriz puede vivir temporalmente en condiciones de mucha humedad, pero no trabaja en la descomposición ni se reproduce. Es básico recordar que la humedad de 80% controla la plaga, hormigas que se acercan por los azúcares que produce la lombriz al deslizarse por las galerías del substrato, (TINEO 1994).

2.1.10.3. pH.

FERRUZZI (2001) la lombriz vive en sustratos con pH de 6,5 a 7,5. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Ya que la mejor

escala de pH para este tipo de lombriz es pH=7(es decir neutro), sin acidez alguna.

La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8,4 siendo el ideal de 7 (neutro), disminuidos o pasados en esta escala la lombriz entra en una etapa de dormición. Con pH ácido en el sustrato se desarrolla una plaga conocida en el mundo de la Lombricultura como planaria (ORTIGOSA, s.d.).

2.1.10.4. Luz.

En la naturaleza, las lombrices de tierra se desplazan por las praderas a través de los túneles que excavan, buscando las zonas húmedas, por eso, en periodos de lluvia intensa, es frecuente encontrarlas debajo de piedras, etc. La lombriz de tierra es fotofóbica (huye de la luz del sol), pues los rayos ultravioleta matan a los animales en pocos segundos. Posee unos sensores en la epidermis, que les ayudan a detectar la procedencia de la luz y huir de ella. Por otro lado, la luz del sol, aumenta la temperatura del medio, llegando a alcanzarse temperaturas mortales si el animal no tiene posibilidad de huir. (ORTIGOSA, s.d.).

2.1.10.5. Aireación

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación (INFOAGRO, 2001).

2.1.10.6. Compost

ESPINOZA (2004) al referirse al compost menciona que es un proceso de fermentación aeróbica en el que la actividad microbiana juega un papel fundamental, las condiciones ambientales. La naturaleza y la calidad del sustrato afectan al desarrollo de los microorganismos y por lo tanto el tiempo de descomposición de los materiales orgánicos.

Los componentes más seguros en el proceso de composteo para la alimentación de lombrices es el estiércol con material vegetal (paja, maleza, rastrojos). Así mismo afirma que estiércoles ricos en proteínas (aves, cerdos y conejos) se debe a usar en partes iguales por volumen de fibra vegetal y estiércol. Mientras que en estiércoles que tienen bajo contenido de proteína (vacuno, caballo) deberán usarse en una proporción de 30 partes de fibra y 70 partes de estiércol (BANCO AGRARIO, 2001).

Los trece elementos químicos que las plantas necesitan tomar del suelo para poder desarrollarse, se clasifican en función de la abundancia relativa en la composición vegetal y La proporción media aproximada de cada elemento dentro del conjunto (Rafael, 2015).

MACRONUTRIENTES				MICRONUTRIENTES
PRIMARIOS		SECUNDARIOS		Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cl
N	2,0%	Ca	1,3%	La suma de todos ellos se supone el 1% de la composición química de las plantas.
P	0,4%	Mg	0,4%	
K	2,5%	S	0,4%	

Fuente: (Compostadores, 2012).

APROLAB (2007) el compost mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua; mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos; mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización; la población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

2.1.10.7. Estiércol

BEAR (2008) afirma que, el estiércol bien descompuesto, es probablemente el tipo de materia orgánica más valiosa que se puede añadir en suelos tropicales, porque reúne un número de cualidades altamente deseables y que aportan una flora bacteriana muy activa.

FERRUZZI (2001) al referirse al estiércol, recomienda que no se debe usarse en estado avanzado de maduración porque su contenido de proteína y vitamina será completamente nulo.

El valor del estiércol en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo, ha sido ampliamente utilizado desde el pasado. Especialmente es útil en la producción de cultivos intensivos, tales como hortalizas: el efecto es positivo, tanto en las características físicas y químicas del suelo, como en la alta producción de frutos (ZAVALETA, 2000).

El estiércol es el excremento de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen.

Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La calidad de los estiércoles depende de la especie animal, del tipo de cama y del manejo que se les brinde a las excretas antes de ser aplicados. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de nitrógeno, 0,7% de fósforo y 1,7% de potasio. (LABRADOR, 2001).

Cuadro 1. Composición química de los principales desechos biodegradables usados en la alimentación de la lombriz (*Eisenia foétida*).

Materia orgánica	% Proteína	% Fibra bruta	% Ceniza
Estiércol de bovino	7,1	28,0	20,9
Estiércol de conejo	22,6	39,9	9,7
Estiércol de gallina	24,1	20,0	23,7
Estiércol de ovino	15,6	28,6	12,3
Estiércol de porcino	13,3	4,3	19,7

Fuente: BASAURE (1995).

2.1.10.8. Características del estiércol de bovino

El estiércol del bovino es muy bueno, utilizable también como sustrato inicial y como alimento durante la producción de lombrices. El tiempo de envejecimiento del estiércol es de 6 a 7 meses; El estiércol proveniente de temeros debe contener máximo un 45% de proteína, de lo contrario es tóxico y mortal para la lombriz. El sustrato de bovino se puede encontrar en tres formas: Estiércol fresco, de consistencia pastosa, con pH muy alcalino, lo cual no es recomendable para la lombriz; Estiércol maduro, de 10 a 18 días de producido por el animal, de consistencia semipastosa, con pH estabilizado entre 7,0 y 8,0, considerado como sustrato adecuado y aceptado, puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices; y Estiércol viejo, con más de 20 días de producido por el animal, de consistencia pastosa, dura y se desmorona al apartarse con la mano (INDICAP, 1990).

2.1.10.9. Características del estiércol de ovino

El estiércol de ovino es un producto de buenas condiciones, con una edad disponible que va desde 1 día a 8 meses. Normalmente este estiércol se presenta como una capa muy compacta y endurecida por la acción del peso de las ovejas, con un espesor de 80 a 90 cm. Antes de almacenarlo, es aconsejable regarlo abundantemente durante varios días consecutivos,

mezclarlo a fondo de forma tal que su envejecimiento y su acidez sigan un proceso uniforme. Es conveniente esperar de 3 a 4 meses para dejar que el producto llegue a su perfecta maduración controlando mensualmente su pH (FERRUZI, 1987).

Los estiércoles de ovino presentan una composición química de Nitrógeno (N) 8,2%, Fósforo (P) 2,1% y Potasio (K) 8,4%. (INDICAP, 1990).

2.1.10.10. Composición química de algunas fuentes de proteína y fibra utilizada en lombricultura

A continuación, se muestran una serie de cuadros respecto a la composición química de las diferentes fuentes alimenticias.

Cuadro 2. Composición química del estiércol

Animal	% M.O.	% N	% P	% K
Vacuno (f)	6	0,29	0,17	0,1
Vacuno (s)	16	0,58	0,01	0,49
Cerdo (s)	18	0,6	0,61	0,26
Cuy (s)	25	0,6	0,03	0,18
Cabra (f)	13	0,55	0,01	0,15
Cabra (s)	23	1,95	0,31	1,26

2.1.11. La lombricultura

FERRUZI (2001) reporta que los tipos más utilizados de las lombrices domesticadas son: *Eisenia foetida*, lombricus, rubellus, rojo híbrido.

IIAP-CORDEU (2003) indica que la lombricultura es la actividad mediante la cual el hombre puede aprovechar todo tipo de desechos orgánicos tales

como: basura de ciudad, rastrojos de cosechas, residuos de agroindustrias, de aserraderos, estiércol de animal, maleza para su propio beneficio, mediante la crianza extensiva de la lombriz *Eisenia foetida*.

Asimismo, manifiesta que la especie *Eisenia foetida* es la más recomendable frente a las otras lombrices domesticadas porque:

- ✓ Vive y se reproduce en cautiverio.
- ✓ Es extremadamente prolífera y puede vivir en grandes densidades.
- ✓ Es muy voraz, acepta todo tipo de desechos orgánicos del campo y ciudad.
- ✓ Es una maquinita de producción de humus como resultado de su digestión, que es la base de la fertilidad del suelo.

Es una tecnología basada en la cría de lombrices para la producción de humus a partir de un sustrato orgánico. Es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos, levaduras, etc.) existentes en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz.

Las especies de lombriz más frecuentemente utilizadas para la lombricultura son *Eisenia foetida*, *lumbricus rubellus*, *Eisenia andrei*, *Eisenia hortensis*, *lumbricus castaneus*, éstas se encuentran comúnmente por toda Europa, Asia y en la actualidad se han vuelto especies cosmopolitas en tierras orgánicas ricas, especialmente en vegetación en descomposición, compost y montones de estiércol. Los gusanos de compostaje se pueden obtener a través de lombricultores profesionales, lombricultores domésticos (es habitual que un criador casero regale a las personas del entorno y ayude a expandir la lombricultura) y otra manera no común pero sí muy válida es trampear en la intemperie o buscar colonias de lombrices en los montículos de estiércol.

2.1.11.1. Siembra de lombrices

Para la siembra de lombrices, FERRUZZI (1987) precisa que, antes de poner a las lombrices en contacto directo con el alimento en los lechos, se debe asegurar que la fermentación del material haya finalizado, para lo cual se procede a realizar una prueba que garantiza la supervivencia y se llama comúnmente prueba de 50 lombrices (P50L). Para realizar la prueba se procede a colocar en una caja de madera (30 cm x 30 cm x 15cm). Pasadas las 24 horas hay que verificar si las 50 lombrices aún se encuentran presentes y con vida.

Por su parte, CAÑARI (2002), para colocar las lombrices en el lecho, aconseja verificar la temperatura, pH y humedad del alimento. También nos especifica que después de la siembra de los anélidos, mantener húmedo el alimento, regando de preferencia a manera de lluvia fina, el grado de humedad adecuada se reconoce cuando al exprimir un puñado de alimento salen unas cuantas gotas de agua. No se debe dejar compactar el alimento, si ello ocurre hay que descompactarlo para oxigenar el lecho y hacer esponjoso y útil el alimento para las lombrices.

2.1.11.2. Cosecha de lombrices

Según el RAAA (2000) Antes de cosechar el humus de lombriz se debe colocar trampas, con la finalidad de sacar la mayor cantidad de lombrices de los lechos. Las trampas son montones de alimento fresco que se coloca por el centro de los lechos a manera de un lomo, que es donde se van a colocar las lombrices, que después recogeremos. Una vez que ya no quedan lombrices en las camas, todo este material queda listo para utilizarlo como fertilizante orgánico en terrenos de cultivo. Es un producto de color café-gris, granulado e inodoro.

2.1.12. Humus de lombriz

El humus de la lombriz es un biofertilizante orgánico que no sólo sirve como tal sino también como mejorador del suelo. El humus de la lombriz es la última etapa de degradación de la materia orgánica, en forma natural ocurre a través de años, con la lombriz (*Eisenia foetida*) este proceso de degradación demora el tiempo que dura su digestión (FERRUZZI, 2001).

El humus de lombriz no es otra cosa que el estiércol de la lombriz, puesto que se llama humus por su parecido con el humus del suelo, el cual es un compuesto que se forma en los suelos, como resultado de la descomposición de la materia orgánica (MURRIETA 2005).

COMPAGNONI Y PUTZOLU (1995) reporta que el humus de lombriz producido es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, carbono, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno. Favorece la circulación del agua y el aire. Las tierras ricas en Humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía.

Cuadro 1. Composición de diversos lombrihumus.

Tipo de lombrihumus	N- total %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E. bovino	2,02	0,80	0,50	2,04	0,85	1,07	217	408
E. cabra	1,31	0,71	1,77	5,01	0,55	2,55	129	236
E. conejo	1,50	1,20	0,20	2,86	0,65	2,61	124	776
E. gallinaza	1,33	1,66	0,08	10,20	0,60	1,31	644	901
Des. Hogar	2,01	0,73	1,40	5,02	0,73	1,15	567	659

Fuente: Compagnoni, I. y G. Putzolu (1995).

El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva. Con alto valor nutritivo y una gama de compuestos orgánicos, su disponibilidad a las plantas y su resistencia a la fijación y al lavado.

2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. Densidad Poblacional

Concerniente a la densidad poblacional de las lombrices, autores como Callejas et. al., (1989) ha observado densidades entre 15 600 y 16 800 individuos/m³ en estiércol de bovino, de ave y cerdo; mientras que BENAVIDES y VARGAS, (1989) encontraron 9525 individuos/m³ en mezcla de estiércol bovino y contenido ruminal.

REINECKE Y VÍLJOEN (1990) trabajaron con diferentes densidades y concluyeron que la biomasa está influenciada por la densidad de población, a mayor densidad menor biomasa.

RAMÓN (1996), al finalizar el experimento, reporto poblaciones de lombrices/m³ de 5 263; 1 638; 975; 4 688; 288 y 1 525, para vacaza, gallinaza, cerdaza, pulpa de café, hojarasca y pseudo tallo, respectivamente.

En el mismo campo de estudio, DURAN y HENRÍQUEZ (2009) a los 90 días, reportaron las siguientes densidades para la *Eisenia foetida*: 563 333; 459 200; 222 600; 17 667 y 13 600 lombrices/m³, utilizando como sustratos orgánicos: broza, estiércol, ornamental, banaso y doméstica, respectivamente.

2.2.2. Peso individual

El peso de las lombrices ha sido estudiado por diversos autores como FERRUZZI (1988) quien señalo que la lombriz adulta pesa casi un gramo.

De igual modo por POBLETE y RUÍZ (1989) quienes registraron para la *E. foetida* un peso medio de 0,406 g.; los mismos que indicaron un crecimiento lineal de esta especie hasta la 24 ava semana de vida, donde se estabilizan las variables de tamaño y peso.

LEÓN *et. al.*, (1991) reportó valores de 0,13 a 0,21 g/lombriz. En la misma línea de investigación, REINECKE *et. al.*, (1992) han referido biomاسas en adultos de 0,56 y 0,64 g para lombrices de 155 días que crecieron a temperaturas de 25 y 31 °C, respectivamente, y se alimentaron con estiércol de bovino; estos investigadores indicaron una biomasa máxima de 1,5 g. Posteriormente, SANTAMARÍA *et. al.*, (2002) reportó diferencias de peso de 0,23 a 0,49 g/lombriz-adulto al final del experimento; los que corresponderían a un rango de valores inferiores a lo descrito por SÁNCHEZ (2003), que se encuentra entre 0,3 y 1,4 g./lombriz.

Así mismo, DURAN Y HENRÍQUEZ (2007) en un periodo de 90 días, registraron un peso de 0,65 g./lombriz para el sustrato doméstico, estadísticamente diferente al estiércol, banano, ornamental, y broza con valores de 0,37; 0,44; 0,35 y 0,36 g./lombriz, respectivamente.

GUTIÉRREZ *et. al.* (2007) Observo una mortalidad total al tercer día al utilizarse como sustrato el estiércol fresco de bovino y ovino; sin embargo, en el compost de bovino se presentó mayor dinámica en comparación con el compost de ovino, pero con mayor supervivencia de lombrices adultas.

2.2.3. Longitud de la lombriz

Referente a la longitud de las lombrices, POBLETE y RUIZ (1989) registraron para la *E. foetida* una longitud media de 4 7,4 mm; mientras que HEMÁNDEZ *et. al.*, (1997) en su investigación observó una longitud promedio de $11,0 \pm 9,02$ cm con un rango de 8,5 a 12,5 cm. Por su parte Duran y

Henríquez, (2007) concluyeron de su estudio que tanto el crecimiento y reproducción de las lombrices está influenciado por el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla.

CCASANI y POMA (2012) menciona que encontró densidades diferentes de la lombriz roja californiana a causa del estiércol utilizado y por la condición del estiércol; resultando valores mayores ($p < 0,05$) para el estiércol de bovino (202 149,38 lombrices/m³) frente al estiércol ovino (87 836,22 lombrices/m³). Para el peso y la longitud de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) no se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) a causa del estiércol utilizado, condición del estiércol; registrándose valores medios en general de 0,76 g./lombriz y 7,58 cm/lombriz para el peso y longitud, respectivamente.

GARRIDO (2014) En su estudio llamado “Efecto de catorce sustratos para la producción de humus de lombriz roja (*Eisenia foetida*)” con estiércol de vacuno, de caprino, de cuy y de porcino; y las fuentes de fibra: hojarasca de cacao y aserrín de madera blanda. Indican que en el tratamiento con estiércol de vacuno obtuvo los mejores resultados.

Con respecto a la calidad del sustrato, DEL ÁGUILA (1992) observó en sus resultados que el sustrato de la mezcla de estiércol de vaca más rastrojo de maíz más cascarilla de cacao, presenta las mejores características de calidad de humus.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis de General.

Si utilizamos el estiércol adecuado en la alimentación de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*), entonces tendremos efecto significativo en la densidad poblacional de la especie, en condiciones del distrito Huacrachuco.

Hipótesis específicas

1. Si utilizamos el estiércol de cuy en la alimentación de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*), entonces tendremos efecto significativo en la densidad poblacional.
2. Si utilizamos el estiércol de vacuno en la alimentación de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*), entonces tendremos efecto significativo en el peso.
3. Si utilizamos el estiércol de ovino en la alimentación de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*), entonces tendremos efecto significativo en la longitud.

2.4.- VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.4.1. Variables

Variable independiente : Alimentación con estiércol de animales.

Variable dependiente : Producción de lombrices humíferas y humus

Variable interviniente : Condiciones climáticas de Huacrachuco.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo se llevó a cabo en la localidad de Huacrachuco, capital del distrito del mismo nombre, en la provincia de Marañón, Departamento de Huánuco, cuya ubicación geográfica y política es el siguiente:

Posición geográfica:

Latitud Sur : 08°36'23"
Longitud Oeste : 77°09'00"
Altitud : 2890 msnm.

Ubicación política:

Región : Huánuco
Provincia : Marañón
Distrito : Huacrachuco
Lugar : Huacrachuco

El predio donde se instaló el presente trabajo de investigación, es de propiedad del investigador, se encuentra ubicado dentro del casco urbano de la Ciudad de Huacrachuco, al margen izquierdo del río Huagas, en el barrio Las Delicias, el terreno cuenta con cerco perimétrico, suministro permanente de agua y buena nivelación.

3.1.1. Características agroecológicas de la zona

Clima

Según el diagrama bioclimático de Holdridge; el área donde se realizará la investigación se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

Según Javier Pulgar Vidal; Huacrachuco se encuentra en la región quechua sobre los 2 920 msnm con clima frío, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es 17,5 °C y 8,0 °C.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Aplicada, por que generara tecnologías expresados en el estiércol adecuado para la alimentación de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*); destinada a la solución del problema de la producción de las lombrices productoras de humus.

Nivel de la investigación

Experimental, porque se manipuló la variable alimentación con estiércol animal y se comparara sus efectos *en la producción de lombrices roja californiana (Eisenia foetida)*; en condiciones del distrito de Huacrachuco.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

Estuvo constituida por 1 600 individuos de lombriz por experimento y 100 individuos por unidad experimental.

Muestra

Estuvo constituida por 400 individuos de las unidades experimentales y por 10 individuos por cada unidad experimental.

Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de los individuos de lombriz, en el momento de la siembra tiene la misma probabilidad de formar parte de la muestra.

Unidad de análisis

Constituida por la área experimental en donde se encuentra los individuos de lombriz (*Eisenia foetida*).

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Se necesita estudiar el efecto de la alimentación con estiércol animal; en la densidad poblacional, peso y longitud de las lombrices roja californiana para lo cual se tienen tres tratamientos con diferente estiércol animal más un testigo (Tierra agrícola y residuos de cocina), con 4 repeticiones.

Tabla 01. Tratamientos y niveles de estudio

Claves	Tratamientos	Aleatorización de tratamientos			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T1	T1= Estiércol de cuy	T0	T3	T2	T1
T2	T2= Estiércol de vacuno	T3	T2	T1	T0
T3	T3 = Estiércol de ovino	T2	T1	T0	T3
T0	T0 = Tierra agrícola/residuos de cocina	T1	T0	T3	T2

Tabla 02. Codificación de los tratamientos

Clave	Tratamiento	Dimensiones			N° de individuos por lecho	Cantidad de estiércol/lecho m3
		Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)		
T1	Estiércol de cuy	0,60	0,60	0,40	100	0,144
T2	Estiércol de vacuno	0,60	0,60	0,40	100	0,144
T3	Estiércol de ovino	0,60	0,60	0,40	100	0,144
T0	Tierra agrícola/residuos de cocina	0,60	0,60	0,40	100	0,144

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Es experimental, en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por 4 repeticiones, 4 tratamientos que hacen un total de 16 unidades experimentales.

Esquema del análisis estadístico

Para la prueba de hipótesis se usará la técnica estadística del Análisis de Variancia (ANDEVA) para medir la significancia al 5 y 1% entre tratamientos y repeticiones y para la comparación de los promedios de los tratamientos se usará la Prueba de Significación de DUNCAN al 5 y 1% de nivel de significación.

Tabla 03. Esquema de Análisis de Varianza para el diseño (DBCA)

Fuente de Varianza (F.V)		Grados de libertad (GL)
Bloques o repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(r-1) (t-1)	9
Total	(tr-1)	15

Siendo el modelo matemático aditivo lineal:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

- Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i, y está en el bloque j.
- i = Tratamientos/bloque.
- j = Repeticiones/experimento.
- e = Observación/experimento.

- u = Efecto de media general.
- T_i = Efecto del (i – ésimo) tratamiento.
- B_j = Efecto del (j – ésimo) bloque
- E_{ij} = Error experimental de las observaciones (Y_{ij}).

Descripción del campo experimental

Característica del campo

- Longitud del campo experimental : 5,40 m
- Ancho del campo experimental : 3,60 m
- Área total de caminos : 13,68m²
- Área Total del campo experimental : 19,44 m²

Características de bloques:

- Numero de lechos : 4
- Tratamientos por bloque : 4
- Largo de bloque : 2,40 m
- Ancho de bloque : 0,60 m
- Área total de bloque : 1,44 m²

Características de parcelas experimentales

- Nº de tratamientos : 04
- Nº de repetición : 04
- Nº de unidades experimentales : 16
- Distancia entre camas : 0,60 m.
- Ancho del lecho : 0,60 m.
- Largo del lecho : 0,60 m.
- Alto del lecho : 0,40 m.
- Nº total de lechos : 16
- Área neta del experimento : 0,36 m²

Área total del experimento : 5,76 m²

Descripción del área de preparación del alimento

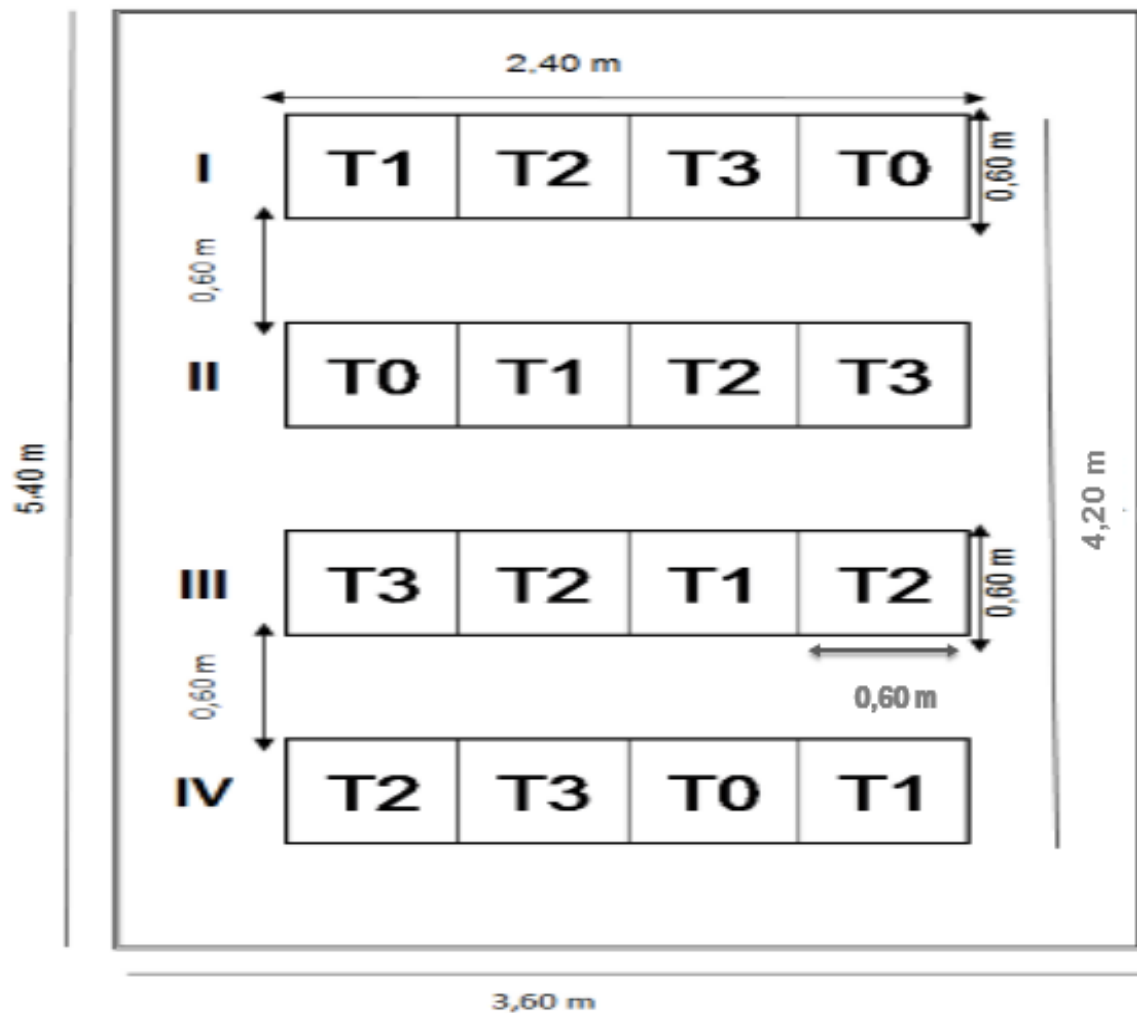
Tipos de sustratos : 04

Distancia entre lechos : 0,60 m.

Ancho de calles : 0,60 m.

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Grafico N° 01 Croquis del campo experimental



3.5.2. Datos a registrar

a) La densidad poblacional

Se utilizando un depósito de botella descartable (1½ L) con la cual se extrajo al azar de manera de "saca bocado" cuatro muestras por repetición y se procedió a contabilizar las lombrices para cada muestra. El promedio de esta representará la densidad poblacional de la unidad experimental, el cual se transformará a m³.

b) El peso de la lombriz

Se halló determinando el promedio de los pesos individuales de las lombrices adultas registradas. Esta variable se midió con una balanza analítica transcurrida los 120 días del experimento.

c) La longitud de la lombriz

Se determinó calculando el promedio de las longitudes individuales registradas de las lombrices adultas, para esta operación se tomó una lombriz sobre una superficie limpia y plana en donde se le extendió a cada uno de las lombrices para ser medido de extremo a extremo con la ayuda de un escalímetro.

d) Días a la descomposición de la materia orgánica

Consistió en contabilizar los días desde la incorporación del estiércol a las camas lombriceras hasta la descomposición de la materia orgánica, es decir hasta que el estiércol ya no tenga su olor ni color característico y desde la incorporación del estiércol a las camas lombriceras hasta la formación de humus de lombriz, parámetros que fueron medibles por su color del material y olor característico.

e) Cantidad de humus por tratamiento al final del experimento

Se determinó calculando el promedio de los pesos de humus producido al final del experimento por cada tratamiento. Esta variable se midió con una balanza analítica transcurrida los 120 días del experimento.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

3.5.3.1. Técnicas de investigación documental

Fichaje

Nos permitió registrar aspectos esenciales de los materiales bibliográficos leídos y que ordenados sistemáticamente nos servirán de valiosa fuente para formular el marco teórico.

Instrumentos:

- ✓ Fichas de localización
- ✓ Fichas bibliográficas
- ✓ Fichas hemerográficas

Análisis documental

Nos permitió analizar del material a estudiarlo y precisar desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.

Instrumentos:

Fichas

- ✓ Ficha textual
- ✓ Ficha de resumen
- ✓ Ficha de comentario.

Análisis de contenido

Sirvió para estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemática el documento leído y para hacer inferencias válidas y confiables de datos a su contexto.

Instrumentos:

Fichas

- ✓ Ficha textual
- ✓ Ficha de resumen
- ✓ Ficha de comentario.

Técnicas de campo

Observación

Nos permitió obtener información sobre las observaciones a realizar directamente y para registrar los datos sobre la producción de lombrices humíferas.

Instrumentos de Campo.

- ✓ Libreta de campo.

3.6. HERRAMIENTAS, INSUMOS Y EQUIPOS.

Herramientas

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| - Manguera | - Rastrillo |
| - Lampa cuchara | - Carretilla |
| - Azadón | - Machete |
| - Pico | - Wincha |
| - Regadera | - Barreta |
| - Bolsas plásticas de 1 kg. | - Martillo |

Insumos

- Estiércol de vacuno 0,144 m3.
- Estiércol de ovino 0,144 m3

- Estiércol de cuy 0,144 m³
- Tierra agrícola con residuos orgánicos de cocina 0,144 m³
- Lombriz roja californiana adulta 4,0kg

Equipos

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| - Vernier | - Wincha métrica de 50 mts |
| - Escalímetro | - Balanza de reloj |
| - Balanza analítica | - Termómetro digital |
| - Peachimetro digital portátil | - Papel tornasol |
| - Cámara fotográfica | - Computadora |

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. Procedimiento para la instalación del galpón de crianza de lombriz roja californiana (*Esenia foétida*)

a) Elección y preparación del terreno

Se eligió el terreno teniendo en cuenta la pendiente de 1 a 5%, de preferencia plano, con suministro de agua permanente. Se prepara el terreno, haciendo una limpieza de las malezas, arbustos, tallos, raíces que impedían la nivelación del área para la instalación del experimento. Luego se realizará la demarcación según el diseño para la construcción de los lechos.

b) Obtención de los materiales

El estiércol de vacuno se recolectó de establos cercano al lugar del experimento, teniendo en cuenta que este fresco, sin mezclas con tierra u otro agente extraño, del mismo modo se procedió con la recolección del estiércol de oveja y de cuy; los residuos orgánicos serán recolectados del mercado de abastos de la ciudad de Huacrachuco, tales como frutas malogradas, restos de verduras, hortalizas, papas podridas entre otros.

c) Preparación de los lechos o camas

Para la construcción de los lechos se realizó el trazado del diseño con cordel y yeso, para luego realizar la excavación de los lechos los que tendrán las siguientes dimensiones: 0,60 m de largo, 0,60 m de ancho y 0,40 m de profundidad, se construyó cuatro lechos divididos en cuatro camas cada uno que constituirán las unidades experimentales

Los lechos fueron cubiertos a modo de techo con triplay y listones de madera, procurando dejar un espacio prudente entre el suelo y el techo a fin de facilitar la aireación de las camas y proteger a las lombrices de la radiación solar y de los depredadores como pájaros.

d) Construcción del techo o tinglado

La estructura del tinglado se construyó con postes y listones de madera fijados con clavos, el techo fue cubierto con mantada de polietileno de color oscuro y fijado en la madera con grapas, que tendrá una altura de 1,5 m y cubrió todo el campo experimental.

3.7.2. Procedimiento para la producción de lombriz roja californiana (*Esenia foétida*)

a) Preparación del sustrato

La preparación del sustrato se realizó teniendo en cuenta el tiempo de fermentación, de tal manera que pueda ser alimento adecuado para las lombrices; consistió en agregar suficiente cantidad de agua a los sustratos que se encontraran separados individualmente y volteados cada cinco días hasta obtener el compostado a los 30 días.

La preparación de compost tanto del estiércol fresco de bovino, ovino como del cuy se realizó en una superficie moderadamente plana de 8 m², con pendiente entre 1 y 5%, techo de costal de polietileno (mantada negra) y con accesibilidad a la fuente de agua.

El estiércol se sometió a un proceso de compostaje con el objetivo de estabilizar el pH, para asegurar el desarrollo favorable de las lombrices (pH 6,5 - 7,5). Las excretas se acumularán una cantidad de 200 kg de estiércol de bovino y ovino.

b) Manejo y evaluación del sustrato

Una vez que el sustrato colocado en un lugar adecuado para su tratamiento se regó durante 4 días consecutivos y luego cada semana hasta que la temperatura quede estabilizada en los 30 días. El volteo se realizó al quinto día, la evaluación se sometió semanalmente. Para poder estandarizar el sustrato de acuerdo a los parámetros existentes las operaciones realizadas serán:

- **Riego:** Las camas con alimento (estiércol) se regó con agua corriente y oportunamente buscando homogenizar la humedad del sustrato.
- **Volteo del alimento:** Se realizó cada cinco días, con la finalidad de airear y uniformizar el sustrato, para ello se utilizó lampa cuchara, haciendo el volteo por 3 veces.

c) Incorporación del sustrato a los lechos de crianza

Ya teniendo los lechos listos y limpios y el sustrato en óptimas condiciones, los sustratos se incorporaron a los lechos en capas sucesivas de 10 cm nivelando y haciendo una leve presión para obtener una moderada compactación.

d) Selección de lombrices para la siembra

Se tomaron lombrices de *Eisenia foétida* en etapa reproductiva o que hayan alcanzado su madurez sexual observando externamente la presencia de clitelo. Se recolectaron 4Kg. de lombriz, de la planta de lombricultura de la UNHEVAL Sección Huacrachuco.

Antes de colocar a las lombrices en contacto directo con el alimento en las camas lombriceras, nos aseguraremos que la fermentación del material haya concluido, para lo cual se procederá a realizar una prueba; esta prueba garantizará la supervivencia y se llama comúnmente Prueba de 20 Lombrices (P20L), que consiste en colocar en las camas 20 lombrices entre adultas y jóvenes, para posteriormente regarlas con cuidado y adecuadamente sin encharcar. Transcurridas 24 horas se verificará si las 20 lombrices se encuentran en condiciones óptimas de salud, es decir, es aceptable encontrar 18 lombrices vivas.

e) Evaluación de la producción de la lombriz

El tiempo de duración será de 120 días, tomando información tres veces por semana las siguientes variables:

- **Riego:** Para el riego se usó agua de caño corriente, se tomó de la matriz con una manguera, se utilizará una regadora, 5 litros para humedecer las camas humíferas.
- **Volteo del sustrato:** Se realizó manualmente con trinche haciendo que los componentes se encuentren homogéneos y con cuidado tratando de no dañar a las lombrices.
- **Cosecha de lombrices:** Terminado el tiempo de evaluación, se procedió a la cosecha de las lombrices, aplicando el método de sistema lomo de

toro que consiste en colocar alimento fresco sobre encima de una malla nylon dentro de los tratamientos, donde las lombrices sintiendo subirán a las trampas. Luego de las 48 horas transcurridas se sacará las trampas conteniendo gran cantidad de lombrices sometiendo a la cosecha manual y luego con una zaranda metálica de $\frac{1}{4}$ se separará las lombrices del sustrato. se seleccionarán solo lombrices que alcanzaron la etapa reproductiva identificándoles por el desarrollo del clitelo o anillo.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, mediante los programas de Excel, Word de acuerdo al diseño de investigación propuesto. Los resultados se presentan en cuadros estadísticos y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas del Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

Para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99 % de probabilidades de éxito.

4.1. DENSIDAD POBLACIONAL POR METRO CÚBICO

Los resultados se indican en el anexo 01 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 01. Análisis de Varianza para densidad poblacional de lombrices.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	16,13	5,38	0,37 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamiento	3	7541,81	2513,94	173,88 ^{**}	3,86	6,99
Error Exp.	9	130,12	14,46			
Total	15	7688,06				

CV. = 2,55 %

Sx: = ± 1,90

Los resultados indican que no existen diferencias estadísticas para la fuente de variabilidad repeticiones y diferencias estadísticas altamente

significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,55% y la desviación estándar (Sx) 1,90. Que da confiabilidad a los resultados.

Cuadro 02. Prueba de significación de Duncan para densidad poblacional de lombrices.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (Millar)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Estiércol de vacuno)	185,15	a	a
2	T ₃ (Estiércol de ovino)	144,95	b	b
3	T ₀ (Tierra agrícola/residuos de cocina)	137,13	c	b c
4	T ₁ (Estiércol de cuy)	128,48	d	c

X: 148,93

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 y 0,01 de margen de error el tratamiento T₂ supera estadísticamente a los demás tratamientos.

La mayor densidad poblacional de lombrices por metro cúbico se obtuvo con los tratamientos T₂ y T₃ con 185,15 y 144,95 millares respectivamente y el tratamiento T₁ ocupó el último lugar con 128,48 millares.

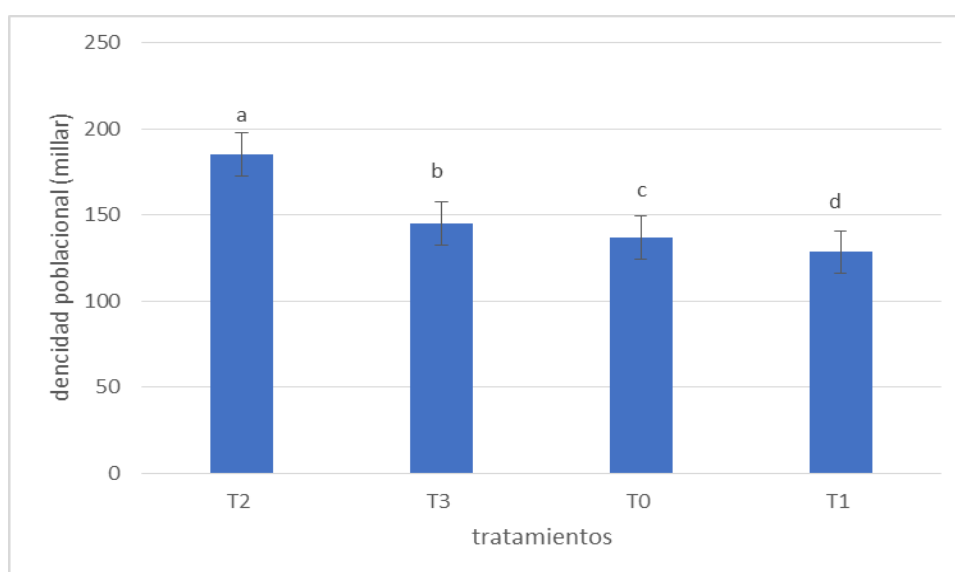


Fig. 01. Densidad poblacional de lombrices.

4.2. PESO DE LOMBRIZ

Los resultados se indican en el anexo 02 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 03. Análisis de Varianza para peso de lombriz.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,004	0,001	0,42 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,009	0,003	1,10 ^{ns}	3,86	6,99
Error Exp.	9	0,025	0,003			
Total	15	0,038				

CV. = 7,18 %

Sx: = ± 0,03

Los resultados indican que no existen diferencias estadísticas para la fuente de variabilidad repeticiones y tampoco para tratamientos (no es necesario la prueba de Duncan). El coeficiente de variabilidad (CV) es 7,18% y la desviación estándar (Sx) 0,03 lo que da mayor confiabilidad a los resultados.

4.3. LONGITUD DE LOMBRIZ

Los resultados se indican en el anexo 03 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 04. Análisis de Varianza para longitud de lombriz.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,03	0,01	0,07 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,82	0,27	1,69 ^{ns}	3,86	6,99
Error Exp.	9	1,46	0,16			
Total	15	2,32				

CV. = 5,26 %

Sx: = ± 0,20

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y tampoco para tratamientos (no es necesario la prueba de Duncan). El coeficiente de variabilidad (CV) es 5,26% y la desviación estándar (Sx) 0,20.

4.4. DIAS A LA DESCOMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA

Los resultados se indican en el anexo 04 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 05. Análisis de Varianza para días a la descomposición de la MO.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,06	0,02	2,88 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamiento	3	1,06	0,35	54,98 ^{**}	3,86	6,99
Error Exp.	9	0,06	0,01			
Total	15	1,17				

CV. = 2,46 %

Sx: = ± 0,04

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,46% y la desviación estándar (Sx) 0,04.

Cuadro 06. Prueba de significación de Duncan para días a la descomposición de la materia orgánica.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (Meses)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₁ (Estiércol de cuy)	3,67	a	a
2	T ₀ (Tierra agrícola/residuos de cocina)	3,28	b	b
3	T ₂ (Estiércol de vacuno)	3,08	cd	cd
4	T ₃ (Estiércol de ovino)	3,00	d	d

X: 3,26

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 y 0,01 de margen de error el tratamiento T₁ supera estadísticamente a los demás tratamientos.

La mayor cantidad de tiempo a la descomposición de la materia orgánica se obtuvo con los tratamientos T₁ y T₀ con 3,67 y 3,28 meses respectivamente y el tratamiento T₃ ocupó el último lugar con 3,00 meses siendo el más precoz.

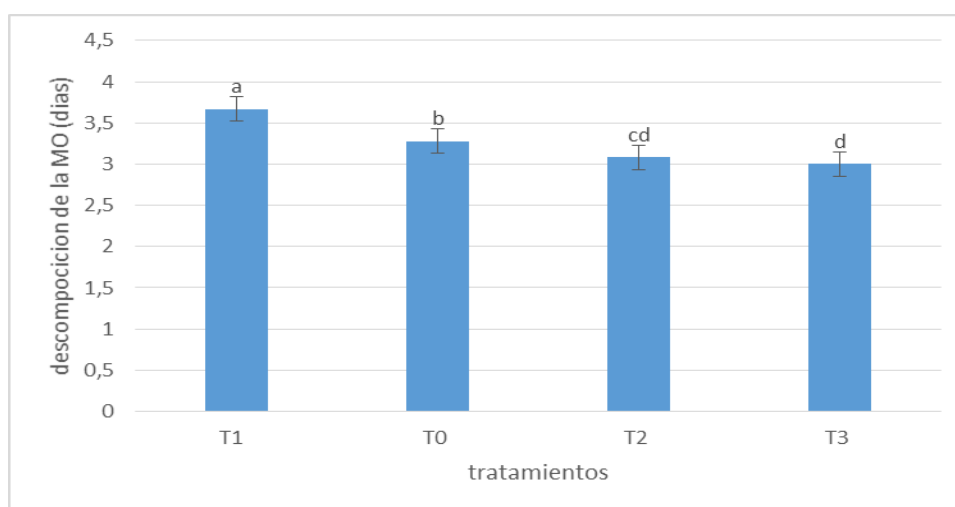


Fig. 02. Días a la descomposición de la materia orgánica.

4.5. PESO DE HUMUS

Los resultados se indican en el anexo del 05 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 07. Análisis de Varianza para peso de humus.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	3,69	1,23	0,23 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamiento	3	64,19	21,40	4,05*	3,86	6,99
Error Exp.	9	47,56	5,28			
Total	15	115,44				

CV. = 6,90 %

Sx: = ± 1,15

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y significación para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 6,90% y la desviación estándar (Sx) 1,15.

Cuadro 08. Prueba de significación de Duncan para peso de humus

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO M. O. (Kg)	PROMEDIO HUMUS (Kg)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
				0,05	0,01
1	T ₂ (Estiércol de vacuno)	50,00	36,25	a	a
2	T ₃ (Estiércol de ovino)	50,00	33,75	a	a
3	T ₀ (Tierra agrícola/residuos de cocina)	50,00	32,50	ab	a
4	T ₁ (Estiércol de cuy)	50,00	30,75	b	a

X: 33,31

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 de margen de error el tratamiento T₂ y T₃ estadísticamente son iguales y el tratamiento T₂ y T₃ Supera estadísticamente a los tratamientos T₁ y al nivel del 0,01 de margen de error todos los tratamientos estadísticamente son iguales.

La mayor cantidad de humus se obtuvo con los tratamientos T₂ y T₃ con 36,25 y 33,75 kg respectivamente y el tratamiento T₁ ocupó el último lugar con 3,75 kg de humus.

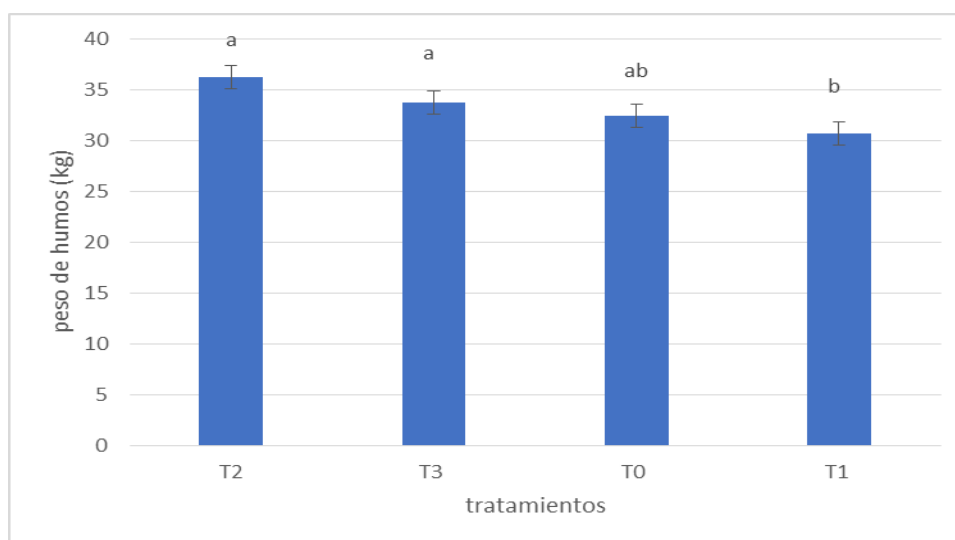


Fig. 03. Peso del humus.

4.6. COMPOSICION QUIMICA DE HUMUS

Según el análisis de humus (anexo 06), los resultados indican que el humus de lombriz producido a base del estiércol de vacuno presenta la concentración de pentóxido de fósforo P_2O_5 de 0,81 %, el estiércol de cuy presenta un 0,69%, bajas concentraciones se muestra en el estiércol de ovino y tierra agrícola/residuos de cocina de 0,33% y 0,28% respectivamente. En cuanto al contenido de calcio (Ca) el humus a base del estiércol de ovino presenta una concentración de 0,83%, el estiércol de cuy y estiércol de vacuno presenta 0,77%, 0,65% respectivamente, el humus de tierra agrícola/residuos de cocina presenta elevada concentración de 2,02%.

En cuanto al contenido de magnesio (Mg) el humus de ovino y vacuno reportan 1,04 % y 1,02% respectivamente; para el caso de potasio (K) el humus de vacuno es la que presenta 1,08% y el contenido de sodio (Na) el humus de ovino, cuy y vacuno presentan resultados de 0,29 %, 0,31 % y 0,15 % respectivamente (Fig. 05). Adicionando humus de ovino se tuvo un contenido en MO de 40,07 %, el humus de vacuno y humus de cuy presentan 38,74 % y 29,56 %.(Fig. 04).

En cuanto al contenido de cobre (Cu) el humus de vacuno y ovino reportan 29,56 ppm y 24,55 ppm respectivamente, para el contenido de cinc (Zn) el humus de vacuno, cuy y ovino presentan 99,36 ppm, 58,75 ppm y 46,03 ppm, el humus de tierra agrícola y residuo de cocina presenta elevada concentración de 188,54 ppm; en cuanto al contenido de manganeso (Mn) el humus de vacuno y ovino obtuvieron 384,16 ppm y 280,69 ppm respectivamente (Fig. 06), para el caso de hierro (Fe) el humus de vacuno y de cuy presenta 13 330,05 ppm y 7291,23 ppm respectivamente (Fig. 07).

Cuadro 09. Contenido nutricional del humus

Tratamientos	Contenido nutricional (%)					
	P ₂ O ₅	MO	Ca	Mg	k	Na
Estiércol de cuy	0,69	29,56	0,77	0,6	0,19	0,31
Estiércol de vacuno	0,81	38,74	0,65	1,02	1,08	0,15
Estiércol de ovino	0,33	40,07	0,83	1,04	0,07	0,29
Tierra agrícola/residuos de cocina	0,28	9,84	2,02	0,63	0,24	0,09

Cuadro 10. Contenido nutricional partes por millón

Tratamientos	Contenido nutricional partes por millón (ppm)			
	Cu	Fe	Zn	Mn
Estiércol de cuy	18,52	7291,23	58,75	210,87
Estiércol de vacuno	29,56	13330,05	99,36	384,16
Estiércol de ovino	24,55	5388,09	46,03	280,69
Tierra agrícola/residuos de cocina	18,32	11979,23	188,54	179,98

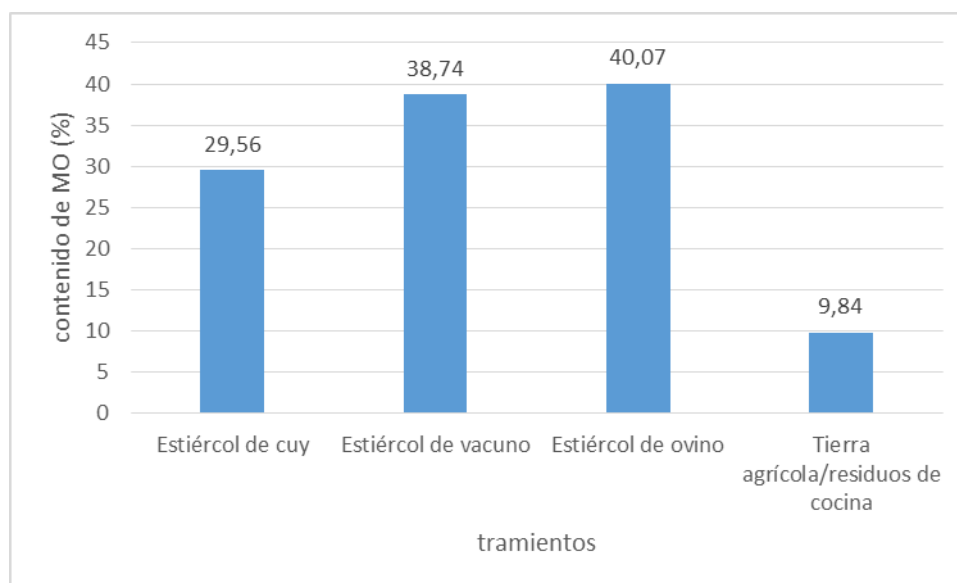


Fig. 04. Contenido de MO (%) por tratamiento

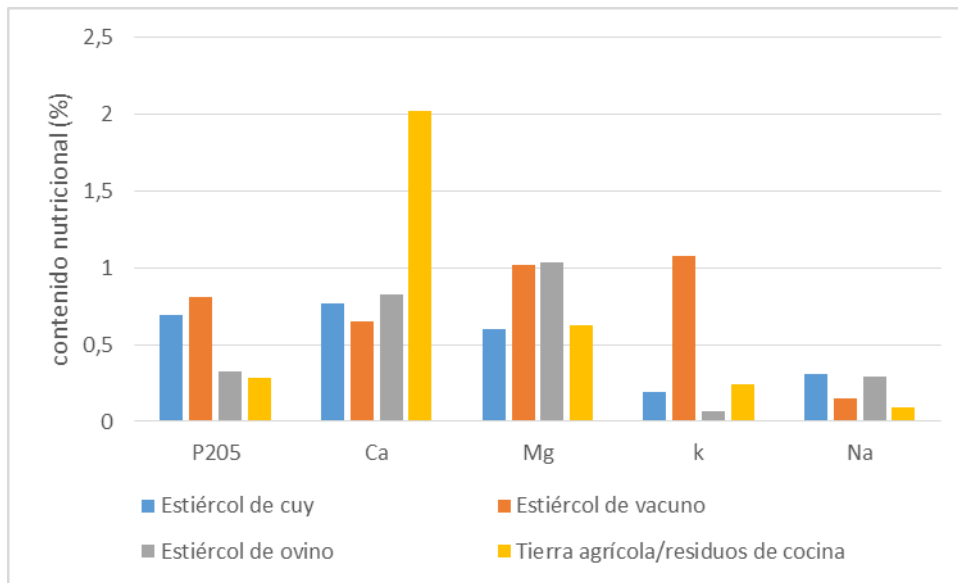


Fig. 05. Contenido nutricional (%) por tratamiento

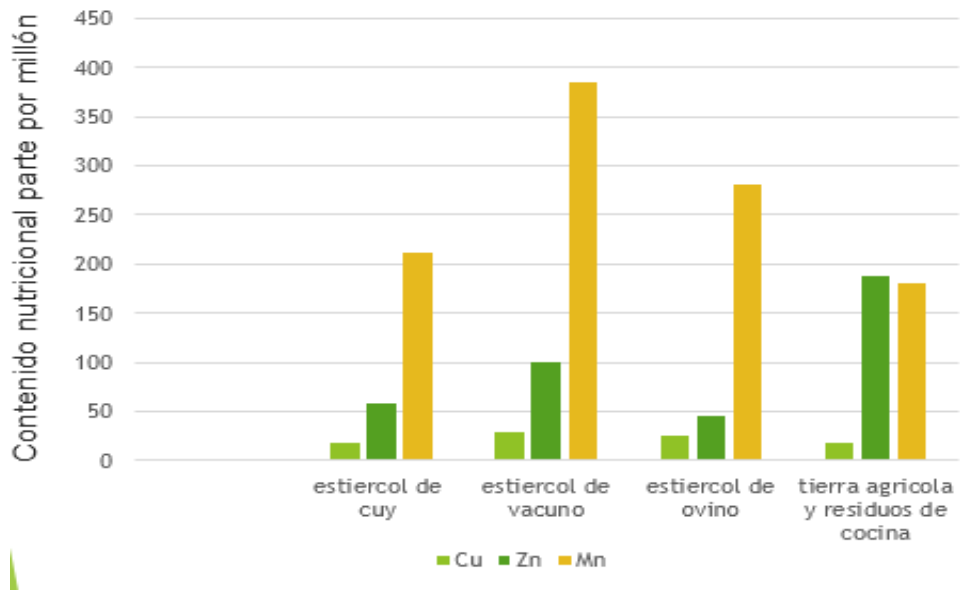


Fig. 06. Contenido nutricional (ppm) por tratamiento

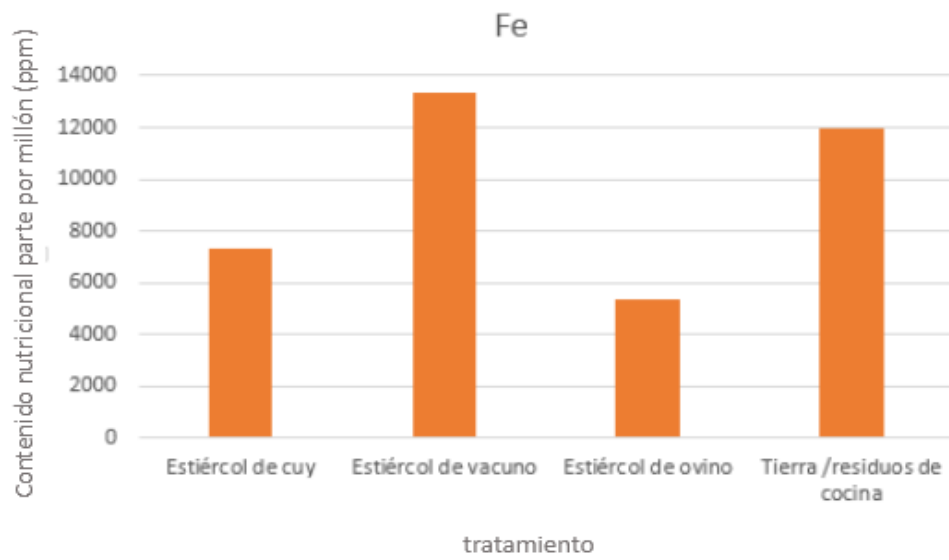


Fig. 07. Contenido nutricional (ppm) por tratamiento

DISCUSIÓN

5.1. DENSIDAD POBLACIONAL POR METRO CÚBICO

Los resultados indican que existe diferencia estadística, el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) obtuvo resultados de 185,15 millares de lombrices por metro cúbico que es el promedio más alto en las evaluaciones realizadas de todos los tratamientos mientras que el tratamiento T₁ (Estiércol de cuy) obtuvo 128,48 millares siendo los promedios más bajos. Estos resultados sugieren que el estiércol de vacuno podría generar mayor cantidad poblacional de lombrices. Superando a lo obtenido por Callejas (1989) que ha observado densidades entre 15 600 y 16 800 individuos/m³ en estiércol de bovino, de ave y cerdo; mientras Duran y Henríquez (2009) en el mismo campo de estudio, a los 90 días, reportaron las siguientes densidades para la *Eisenia foetida*: 563 333; 459 200; 222 600; 17 667 y 13 600 lombrices/m³, utilizando como sustratos orgánicos: broza, estiércol, ornamental, banaso y doméstica. Por lo tanto, la diferencia entre tratamientos no es al azar, podría deberse a las características del sustrato como: humedad, suavidad, pH y a la capacidad de adaptación de las lombrices al nuevo sustrato.

5.2. PESO DE LOMBRIZ

Los resultados indican que no existe diferencia estadística, el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) obtuvo resultados de 0,77 gramos que son los promedios más altos en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos mientras que el tratamiento T₁ (Estiércol de cuy) obtuvo 0,70 gramos siendo el promedio más bajo. Estos resultados sugieren que el estiércol de vacuno podría ser la mejor fuente para el peso de lombrices. Los cuales superan a los promedios obtenido por León *et. al.*, (1991) quien reportó valores de 0,13 a 0,21 g/lombriz y Reinecke *et. Al.* (1992) que han referido biomásas en adultos de 0,56 y 0,64 g para lombrices de 155 días que crecieron a temperaturas de 25 y 31 °C, respectivamente, y se alimentaron con estiércol de bovino. Sánchez (2003)

menciona que las lombrices comen una ración diaria que tiende su propio peso, de la cual un 60% se traduce en abono y el 40% es asimilado y utilizado como fuente de energía. Al no mostrar diferencia entre los tratamientos quiere decir que los sustratos utilizados son iguales apetecibles y nutritivos para el desarrollo de las lombrices roja californiana. Los resultados de este estudio indicarían que el menos apropiado para peso de lombriz es el estiércol de cuy.

5.3. LONGITUD DE LOMBRIZ

Los resultados indican que no existe diferencia estadística, el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) obtuvo un resultado de 8,06 cm que son los promedios más altos en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos, el tratamiento T₁ (Estiércol de cuy) quien obtuvo 7,51 cm de longitud que fueron los promedios más bajos. Este resultado sugiere que el estiércol de vacuno nos da mayor tamaño de lombrices. Logrando superar a lo reportado por Poblete y Ruiz (1989) quienes registraron para la *E. foetida* una longitud media de 47,4 mm. No se lograron superar los promedios obtenidos por Hemández *et. al.*, (1997) en su investigación observó una longitud promedio de 11,0 ± 9,02 cm con un rango de 8,5 a 12,5 cm. Por su parte Duran y Henríquez (2007) concluyeron de su estudio que tanto el crecimiento y reproducción de las lombrices está influenciado por el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla. Los resultados de este estudio indicarían que el menos apropiado para el crecimiento de lombriz es el estiércol de cuy.

5.4. DIAS A LA DESCOMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA

Los resultados indican rangos entre los tratamientos de 3,67 meses T₁ (Estiércol de cuy) a 3,00 meses T₃ (Estiércol de ovino) existiendo diferencia estadística entre tratamientos. Es posible que la composición de los sustratos determine el tiempo de descomposición de los mismos. Por su parte Cañarí (2002) nos especifica que después de la siembra de los anélidos, mantener húmedo el alimento, regando de preferencia a manera de lluvia fina, el grado de

humedad adecuada se reconoce cuando al exprimir un puñado de alimento salen unas cuantas gotas de agua. No se debe dejar compactar el alimento, si ello ocurre hay que descompactarlo para oxigenar el lecho y hacer esponjoso y útil el alimento para las lombrices. Los resultados de este estudio indicarían que el menos apropiado para días a la descomposición de la MO es el estiércol de cuy.

5.5. PESO DE HUMUS

Los resultados indican rangos entre los tratamientos de 36,25 kg T₂ (Estiércol de vacuno) a 30,75 kg T₁ (Estiércol de cuy) existiendo diferencia estadística entre tratamientos. El resultado sugiere que el estiércol de vacuno podría generar más peso de humus. No se logró superar los resultados obtenidos Huaynoca (2002) para las lombrices alimentadas con pulpa de café quienes produjeron 50,67 kg de humus, pero si se logró superar a las lombrices alimentadas con gallinaza que producen 22,20 kg de humus de lombriz. Así mismo Murrieta (2005) manifiesta que el humus de lombriz no es otra cosa que el estiércol de la lombriz, puesto que se llama humus por su parecido con el humus del suelo, el cual es un compuesto que se forma en los suelos, como resultado de la descomposición de la materia orgánica. Los resultados de este estudio indicarían que el menos apropiado para el peso de humos es el estiércol de cuy.

5.6. COMPOSICION QUIMICA DE HUMUS

La concentración de pentóxido de fósforo (P₂O₅) en humus en el estiércol de vacuno ha obtenido mayor riqueza con 0,81% bajas concentraciones en el estiércol de ovino 0,33%. Estos resultados se sugiere que el estiércol de vacuno podría generar mejor resultado nutricional. No se logró superar a los resultados de Huaynoca (2002) refleja que el fósforo muestra valores altos en los tratamientos de gallinaza más desechos de vegetales con 1,16%, la gallinaza

con un 1,14% y pulpa de café más gallinaza con 0,91%. Por lo tanto, el estiércol de vacuno podría ser la mejor fuente nutricional.

La concentración de calcio (Ca) en el humus en tierra agrícola y resto de cocina obtuvo la mayor cantidad con 2,02%, el estiércol de ovino le sigue con una buena aceptación con 0,83% bajas concentraciones en estiércol de vacuno con 0,65%. Estos resultados se sugiere que el estiércol de ovino podría generar mejor resultado nutricional. No se logró superar a los resultados Campagnoni y Putzolu (1995), indican una composición de humus a base solo de estiércol Bovino con un contenido de Calcio 2,04%. Por lo tanto, el estiércol de ovino podría ser la mejor fuente nutricional.

La concentración de magnesio (mg) en el humus en estiércol de ovino con una fuente de alto nutritivo con 1,04% bajas concentraciones en estiércol de cuy con 0,60%. Estos resultados se sugiere que el estiércol de ovino podría generar mejor resultado nutricional. Campagnoni y Putzolu (1995), indican una composición de humus a base solo de estiércol Bovino con un contenido Magnesio 0,85 % Por lo tanto, el estiércol de ovino podría ser la mejor fuente nutricional.

La concentración de Potasio (K) en el humus en estiércol de vacuno tiene buena aceptación con 1,08% bajas concentraciones en estiércol de ovino con 0,07% Estos resultados se sugiere que el estiércol de vacuno podría generar mejor resultado nutricional. Campagnoni y Putzolu (1995), indican una composición de humus a base solo de estiércol Bovino con un contenido potasio 0,50%. Estos resultados Por lo tanto, el estiércol de vacuno podría ser la mejor fuente nutricional.

La concentración de Sodio (Na) en el humus en estiércol de cuy ha obtenido mayor contenido nutricional con 0,31%, gracia a la mayor cantidad de nutriente de sodio nos brindó bajas concentraciones en los demás composición

nutricional ya que contiene demasiada salinización. Por lo tanto, el estiércol de vacuno podría ser la mejor fuente nutricional.

Sin embargo con contenido de materia orgánico (MO) el estiércol de ovino en humus de lombriz obtuvo una buena aceptación con 40,07 %, el estiércol de vacuno y estiércol de cuy obtienen 38,74 % y 29,56 %. El resultado nos sugiere que el contenido de MO en estiércol de ovino en humus de lombriz contiene mayor cantidad nutricional, Por su parte Pierre (2009) el rango de la variación de MO en un compost de calidad en sus valores se ubican entre 25 y 70%, también Bobadilla y rincón (2008), mencionan que el compost final disminuye su cantidad inicial de MO debido a la descomposición del material. Los resultados de este estudio indica que el menos apropiado para generar MO en humus de lombriz es el estiércol de cuy y el más apreciado es estiércol de ovino.

La concentración de micronutrientes en cobre (Cu), cinc (Zn), manganeso (Mn) y hierro (Fe) el humus de vacuno presento mayor concentración obteniendo de 29,56 ppm, 99,36 ppm, 384,16 ppm, 13 330,05 ppm, El resultado nos sugiere que el humus de vacuno podría generar mejor resultado nutricional, por su parte compagnoni y putzolu (1995), indica una composición de humus en bovino y cabra en contenido de cinc (Zn) de 217 ppm, 129 ppm; manganeso (Mn) de 408 ppm, 236 ppm y hierro (Fe) de 1,07 ppm, 2,55 ppm. Los resultados del estudio indican que es apropiado el humus de vacuno.

CONCLUSIONES

1. El estiércol de vacuno propició una mayor densidad de 185,15 millares por metro cúbico de la lombriz roja californiana en comparación al estiércol de cuy quien obtuvo 128,48 millares por metro cúbico.
2. Los tipos de estiércoles de vacuno, ovino, cuy y el sustrato tierra agrícola/residuo de cocina no tuvieron efecto alguno en el peso y longitud de la lombriz roja californiana, donde el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) con 0,77 gramos de peso y 8,06 cm de longitud.
3. El mayor promedio de tiempo a la descomposición de materia orgánica lo obtuvo el tratamiento T₁ (Estiércol de cuy) con 3,67 meses superando estadísticamente al tratamiento testigo T₃ (Estiércol de ovino) quien obtuvo 3,00 meses siendo el más precoz.
4. Así mismo el mayor promedio peso de humus lo obtuvo el tratamiento T₂ (Estiércol de vacuno) con 36,25 kg superando estadísticamente al tratamiento T₁ (Estiércol de cuy) quien obtuvo 30,75 kg.
5. El humus de lombriz producido a base del estiércol de vacuno presenta la concentración de pentóxido de fósforo (P₂O₅) 0,81 % sugiriendo la mejor concentración y el estiércol de ovino 0,33% presenta el más bajo, para el de potasio (K) el humus de vacuno es la que presenta 1,08% sugiriendo la mejor concentración, el humus de ovino tuvo un contenido en MO 40,07 % la mejor concentración nutricional.

RECOMENDACIONES

1. Considerando los resultados obtenidos se recomienda el estiércol de vacuno y ovino como fuente de alimento para las lombrices californianas por qué se obtuvo mejores resultados en las variables evaluadas que se dio a conocer en esta investigación.
2. Teniendo a disposición el estiércol de vacuno y ovino en las granjas de producción se recomienda utilizar el estiércol de vacuno para la crianza de lombrices californianas.
3. Para obtener mayor cantidad de humus y en menor tiempo se recomienda utilizar como sustrato el estiércol de vacuno en la alimentación de las lombrices californianas debido a que fue de menor tiempo.

LITERATURA CITADA

1. APROLAB 2007 (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacitate Perú). Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces. Lima. Perú. 22 p.
2. ASOCIACIÓN NACIONAL DE LOMBRICULTURA (ANL). 1993. Manual Básico de Lombricultura. Lima, Perú. 60 p.
3. Banco Agrario 2001. Boletín Informativo. Lima-Perú. 35 pag
4. Basaure, P. 1995. Lombricultura. Manual Técnico. Agroflor. Lombricultura. Loncoche. Chile. 43 p.
5. Bear, F.E 2008. Química de suelos, traducción: José de la Rubia Pacheco. Ediciones Intermittencia Madrid-España. 435 pag.
6. Benavides, K.; Vargas, C. 1989. "Algunas consideraciones de carácter Biológico y cuantitativo en *Eisenia foetida* alimentadas con sangre y contenido rumittal de vacuno". Tesis para optar al título de profesor de estado en Biología, Química y Ciencias Naturales. Universidad de la Frontera. Temuco. Chile.74 p.
7. Bergquiet A. El humus de lombriz Copias mimeográficas. SABAC-Chile Pág. 12.
8. Callejas, C., LeaL, E., Obrequé, R. 1989. Determinación de la composición química de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) y sus variaciones al usar como nutrientes excedentes agrícolas de la Novena Región. Tesis conducente al título de profesor en Ciencias Naturales y Biología. Pontificia Universidad Católica de Chile Sede regional Temuco. 49 p.
9. Cañari C. Manual Técnico de Lombricultura. Huancayo: INIA; 2002. Pág. 20
10. Carrión, V.S. 1991. Efecto de mezclas de sustrato en el desarrollo y producción de humus de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNAS, Tingo María, Perú. 92 p.

11. Castillo, H. s.d. La Lombricultura. Fertilización orgánica. Editado por Alter Tec. Guatemala, Guatemala. p. 153-167.
12. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 3, 4, 13, 16, 17, 25.
13. Ccasani M. y Poma E. 2012 Tesis "evaluación de la densidad poblacional; peso y longitud de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas en estiércol y compost de bovino y ovino". Huancavelica - Perú.
14. Compagnoni, L. y G. Putzolu 1995. Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable Humus. Barcelona, España. Edit. Vecchi. p.43.
15. Cooke, G.W. 2008. Fertilización y sus usos. Octava edición. Editorial Continental. S.A. México 180 pag.
16. Coronel M. Manual de Lombricultura. Huancayo: UNCP; 2001.pag.20
17. Del águila, T.F. 1992. Estudio del incremento poblacional de la lombriz domestica (*Eisenia foetida*), bajo condiciones de ambiente protegido y semi protegido en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNAS, Tingo María, Perú. 79 p.
18. Domínguez, J., Velando, a., Ferreiro, A. 2005. Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouche´ (1972) (Oligochaeta, Lumbricidae) different biological species?. Pedobiologia. 49: 81-87.
19. Domínguez, M.A. (2003). Ventajas de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) octava edición. Editorial Mundi – Prensa Madrid – España. 180 pag.
20. Durán, L. y Henríquez, C. 2009. "Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos". Revista Agronomía Costarricense 275-281 pp. ISSN:0377-9424 12009.
21. Espinoza, O. A. 2004. Preparación del compost Colegio de Post graduados, Chapingo. México. 360 pag.
22. Fajardo, V. 2002. Manual Agropecuario. 1a ed. Bogotá, Colombia. Edit Limerín. pp. 481-502.
23. Ferreiro, R. 2001. Manual de Lombricultura. Segunda edición. Editorial limusa. México. 145 pag.

24. Ferruzi C. 1987. "Manual de lombricultura". Ediciones: Mundiprensa; Madrid. 138 p.
25. Ferruzi, C. 2001. Manual de Lombricultura. Primera Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. 139 pag.
26. Figueroa P. Tesis establecimiento y manejo de un criadero de lombrices en el Perú. Lima: UNALM; 1993. Pág. 111.
27. Galvis, A. 1991. "Un auténtico reciclaje natural: la lombricultura". Caja Agraria. Departamento Risararlda, Pereira, Colombia. 4 p.
28. Garrido G. 2014 Tesis "Efecto de catorce sustratos para la producción de humus de lombriz roja (*Eisenia foetida*)" Tingo María – Perú.
29. Gunadi, B. y Edwards, C. A 2003. "The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia foetida* (Savigny) (Lumbricidae). Pedobiología". 2003. 47(4):321-329 pp.
30. Gutiérrez, R. 2007. Lombricultura. Alternativa ambientalista socio económica ilimitada. Universidad Nacional de Trujillo. 50 pag.
31. Hernández, J. Rincón, M. Jiménez, R. 1997. "Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) bajo condiciones de clima cálido". Rev. Fac. Agron. Universidad de Zulia (LUZ). (14) 387-392 pp.
32. Hernández, J. A. 2006. Caracterización del crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia foetida*), bajo condiciones climas cálidos. Segunda edición. Editorial limusa. México. 250 pag.
33. http://www.agroterra.com/humus_liquido.html 2019. El Humus.
34. IIAP-CORDEU, 2003. La Lombricultura Integrada a la actividad agro silvopecuaria. Pucallpa – Perú. 48 Pag.
35. Huaynoca, R. 2002. Evaluación y Producción de Humus de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetia*), Bajo Seis Sustratos alimenticios. Lic. Ingeniería Agronómica La Paz-Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 110 p.
36. INDICAP. Curso sobre producción y Agroindustrialización de la lombriz de tierra. Ed. Indicap: Santiago de Chile; 1990.
37. INFOAGRO. 2001. Abonos. [Línea]: <http://www.infoagro.com/abonos/Lombricultura.htm>, documentos, (Diciembre 20 del 2008).

38. Labrador J. La materia orgánica de los Agrosistemas. España: Mundiprensa; 2001.
39. León, G. 1991. Influencia de la densidad de lombrices en la producción de humus y reproducción. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho, Perú. 97 p. Lima-Perú. 223 p.
40. Manh C. T. 2003. "Effects of different substrates and levels of seeding on reproductiverate of earthworms". from MEKARN Mini-projects. 2003. (5) 15 p.
41. Meinicke, A.C. 1988. Las Lombrices, Editorial Hemisferio Sur, Montevideo. 223 p.
42. Murrieta, I. A 2005. Determinación del nivel de abonamiento con humus de ONG Perú Ecológico - ONGPE, 2009. "Lombricultura". Artículo Ecológico que se encuentra disponible en: <http://www.peruecologico.com.pe/opciones.html>
43. ORTIGOSA, R. s.d. Compostaje Urbano. [En línea]: <http://www.peruecologico.com.pe/opciones.html>
44. Poblete, M. Ruiz, M. 1989. "Ecología de tres lumbricidos presentes en Temuco, X Región de Chile". Tesis conducente al título de profesor en Ciencias Naturales y Biología. Pontificia Universidad Católica de Chile sede regional Temuco. Chile. 44 p.
45. RAAA. Abonos orgánicos-en línea-2000-acceso mayo 2007-disponible en <http://www.raaa.org/ao.htm>.
46. Rafael Avila Maria del pilar 2015 tesis "Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo". Universidad nacional del centro. Para optar el título profesional de ingeniero forestal y ambiental
47. Ramírez, J.G. 2013. Laboratorios vivos de la ciencia escrita a la ciencia aplicada, agroecología como estrategia de enseñanza. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, Colombia. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales. 158 p.

48. Ramón, J. 1996. Lombricultura. Universidad de Veracruz. 132 p.
49. Reinecke, A. J. Viljoen, S. A. 1990. The influence of worm density on growth and cocoon production of the compost worm *Eisenia fétida* (Oligochaeta). *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* 27. 221-230 pp.
50. Restrepo, J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1a Ed., Managua, SIMAS. 262 p.
51. Rupert, E. Barnes, R. 1996. "Zoología de los invertebrados". Sexta edición. Ed. McGraw- Hill Interamericana. México. 1135 p.
52. Sánchez C. Abonos orgánicos y Lombricultura. Ediciones RIPALME, 27 de Setiembre del 2003. pag.135
53. Santamaria S. Ferrera-Cerrato R. 2002. "Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos". *Terra* 20:303-310
54. Santillán, R. 1997. Curso taller de agricultura orgánica; manual de Lombricultura. Zamorano, Honduras. 37 p.
55. Santos, M. 1997. Lombricultura. IICA-CRUSA. San Salvador, El Salvador. 28:38.
56. Sophary, N. Preston, T. R. y Borin, K. 2002. "Processing cattle manure with California Red worms (*Eisenia foetida*); effect of seeding rate (Ratio of worms to substrate) on the conversion of manure to end-products". University of Tropical Agriculture Foundation- UTA-Royal University of Agriculture of Cambodia. 2002. 97-98 pp.
57. Stevenson, F.T. 2002. Humus chemistry. Genesis, composition, reaction. John Wiley and Sons. New York.
58. Tineo, B.A.L. 1990. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33 p.
59. Tineo, B.A.L. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fincas agrícolas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, programa de manejo integrado de recursos naturales; Área de manejo de cuencas.
60. Valencia y Cerrón. Multiplicación de la lombriz terrestre en el distrito de Mantaro. Huancayo: UNCP; 1991. Pág. 81.

61. Werner, M. 1990. Earthworm ecology and sustaining agriculture. Center for Agroecology and Sustainable Food Systems, University of California. 1(4).
62. Zavaleta, G. A 2002. Manual básico de Compostaje. Preparación y usos. Lima-Perú. 223 p.

ANEXOS

ANEXO Nº 01 EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACION POR METRO CUBICO

CLAVE	TRATAMIENTO	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T1	Estiércol de cuy	130.00	125.90	135.00	123.00	513.90	128.48
T2	Estiércol de vacuno	186.60	185.80	187.20	181.00	740.60	185.15
T3	Estiércol de ovino	146.13	145.98	140.00	147.70	579.81	144.95
T0	Tierra agrícola/residuos de mercado	135.50	139.00	136.80	137.20	548.50	137.13
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		598.23	596.68	599.00	588.90	2382.81	
PROMEDIO BLOQUES		149.56	149.17	149.75	147.23		148.93

ANEXO Nº 02 EVALUACIÓN DE PESO DE LOMBRIZ

CLAVE	TRATAMIENTO	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T1	Estiércol de cuy	0.70	0.77	0.71	0.63	2.81	0.70
T2	Estiércol de vacuno	0.77	0.74	0.73	0.83	3.07	0.77
T3	Estiércol de ovino	0.75	0.71	0.74	0.76	2.96	0.74
T0	Tierra agrícola/residuos de mercado	0.65	0.75	0.70	0.79	2.89	0.72
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		2.87	2.97	2.88	3.01	11.73	
PROMEDIO BLOQUES		0.72	0.74	0.72	0.75		0.73

ANEXO Nº 03 EVALUACIÓN DE LONGITUD DE LOMBRIZ

CLAVE	TRATAMIENTO	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T1	Estiércol de cuy	7.50	8.10	7.42	7.00	30.02	7.51
T2	Estiércol de vacuno	8.31	7.90	8.22	7.80	32.23	8.06
T3	Estiércol de ovino	7.15	7.25	7.70	8.20	30.30	7.58
T0	Tierra agrícola/residuos de mercado	7.54	7.52	7.57	7.49	30.12	7.53
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		30.50	30.77	30.91	30.49	122.67	
PROMEDIO BLOQUES		7.63	7.69	7.73	7.62		7.67

ANEXO Nº 04 EVALUACIÓN DE DIAS A LA DESCOMPOSICIÓN DE MATERIA ORGANICA

CLAVE	TRATAMIENTO	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T1	Estiércol de cuy	3.67	3.50	3.83	3.67	14.67	3.67
T2	Estiércol de vacuno	3.17	3.00	3.17	3.00	12.33	3.08
T3	Estiércol de ovino	3.00	2.90	3.00	3.10	12.00	3.00
T0	Tierra agrícola/residuos de mercado	3.33	3.23	3.23	3.33	13.13	3.28
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		13.17	12.63	13.23	13.10	52.13	
PROMEDIO BLOQUES		3.29	3.16	3.31	3.28		3.26

ANEXO Nº 05 EVALUACIÓN DE PESO DE HUMUS PRODUCIDO

CLAVE	TRATAMIENTO	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T1	Estiércol de cuy	31.00	33.00	31.00	28.00	123.00	30.75
T2	Estiércol de vacuno	36.00	34.00	39.00	36.00	145.00	36.25
T3	Estiércol de ovino	34.00	32.00	34.00	35.00	135.00	33.75
T0	Tierra agrícola/residuos de mercado	33.00	36.00	30.00	31.00	130.00	32.50
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		134.00	135.00	134.00	130.00	533.00	
PROMEDIO BLOQUES		33.50	33.75	33.50	32.50		33.31

ANEXO Nº 06 ANALISIS DEL HUMUS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 941531359
 analisisdesuelosuas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			LOPEZ CORREA DOLMO ELEEL					PROCEDENCIA:					HUACRACHUCO - MARAÑON						
DATOS DE LA MUESTRA			ANALISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA											
			Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA			PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Referencia		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	P ₂ O ₅ (%)	Cu (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm			
ME2019_0134	SUSTRATO	M1	45.78	21.73	32.49	40.07	59.93	0.33	0.83	1.04	0.07	0.29	24.55	5388.09	46.03	280.69			
ME2019_0135	SUSTRATO	M2	50.77	19.07	30.15	38.74	61.26	0.81	0.65	1.02	1.08	0.15	29.56	13330.05	99.36	384.16			
ME2019_0136	SUSTRATO	M3	20.09	7.87	72.04	9.84	90.16	0.28	2.02	0.65	0.24	0.09	18.32	11979.23	188.54	179.98			
ME2019_0137	SUSTRATO	M4	52.72	13.98	33.30	29.56	70.44	0.65	0.77	0.60	0.19	0.31	18.52	7291.23	58.75	210.87			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 28 DE JUNIO DEL 2019

RECIBO Nº 0580496

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

 Ing. Luis G. Mancilla Mendoza
 JEFE



PANEL FOTOGRAFICO



Foto 1: Elección y trazado en el terreno.



Foto 2: Obtención de estiércol.



Foto 3: preparación de camas.



Foto 4: construcción de tinglado.



Foto 5: Preparación de sustrato.



Foto 6: Incorporación de sustrato de lechos de crianza.



Foto 7: selección de lombrices para la siembra



Foto 8: Evaluación y manejo de crianza de lombriz.



Foto 9: Cosecha de lombriz.



Foto 10: peso de humus.