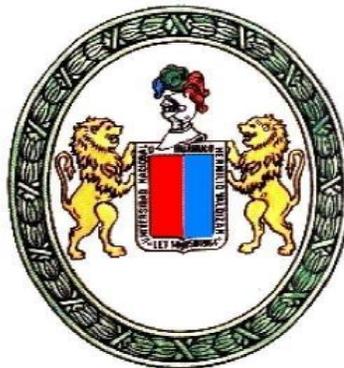


**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN -
HUÁNUCO**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA



EFFECTO DE LOS RESTOS VEGETALES DE COCINA CON ADICION DE ESTIERCOLES EN LA PRODUCCIÓN DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) Y HUMUS EN CONDICIONES DE ALMACIGO EN LA GRAN VÍA HUACRACHUCO 2018.

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTA

CHINCHAY PRINCIPE, Zulmira Celina

ASESOR

ING. BENANCIO PANTOJA MEDINA

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

ESTE PRESENTE TRABAJO LO DEDICO CON MUCHO CARIÑO Y AMOR PARA MIS QUERIDOS PADRES AMANCIO CHINCHAY Y HEMERITA PRÍNCIPE. QUIENES ME AYUDARON CON SU APOYO INCONDICIONAL CON ESFUERZO Y SACRIFICIO PARA LOGRAR UNA DE MIS METAS TRAZADAS EN MI VIDA.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, gracias al divino creador, a mis padres mis hermanos. Por darme la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder escalar y llegar hasta este logro, un paso más en mi vida profesional. Que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes, serán siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende de la experiencia vivida y que todo esfuerzo al final tiene su recompensa.

A la formación que brinda la Facultad de Agronomía es la base en el desempeño durante la elaboración de la tesis y el principio de la carrera profesional, por ello, quiero agradecer a su personal docente, ya que despertaron mi interés y amor a la carrera.

A los ingenieros: Benancio Pantoja medina, Luisa Alvares Benaute, Liliana vega Jara, Jacobo Salinas Santos, Pedro Muñoz Malpartida, Palomino capillo Tinta, por brindarme su apoyo su tiempo durante el desarrollo y la revisión del documento presentado así mismo por brindarme su experiencia y conocimientos para lograr esta meta, Gracias.

También quiero manifestar mi gratitud a mis compañeros de estudios Denise, Abel, Alexander, Eliseo y Édinson, por brindarme su apoyo.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Resumen.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Materia orgánica.....	10
2.1.1. Residuos orgánicos.....	10
2.2. Generalidades de la lombricultura.....	11
2.2.1. Lombriz roja californiana.....	13
2.2.2. Clasificación zoológica.....	14
2.2.3. Reproducción y peso de la lombriz	15
2.2.4. Humus de lombriz.....	17
2.2.4.1. Producción y calidad del humus lombriz.....	18
2.2.5. Dosis de empleo del humus.....	23
2.2.6. Beneficios y propiedades del humus de lombriz.....	24
2.2.7. Importancia económica.....	26
2.2.8. Condiciones ambientales para su desarrollo.....	26
2.2.9. Material orgánico para sustratos en lombricultura.....	31
2.2.10. Proceso para la elaboración del humus.....	36
2.2.11. Principales países productores.....	36
2.3. Hipótesis	41
2.4. Variables.....	42
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1. Lugar de ejecución del experimento.....	42
3.2. Tipo y nivel de investigación.....	43
3.3. Población, muestra y unidad de análisis.....	44
3.4. Factores y tratamiento en estudio.....	45
3.5. Prueba de hipótesis.....	45

3.5.1. Datos a registrados.....	48
3.5.2. Producción de lombriz.....	48
3.5.2.1. Producción humus de lombriz.....	48
3.5.2.2. Características físicas del humus	49
3.5.2.3. Análisis químico de humus producido.....	49
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	50
3.6. Conducción del trabajo de campo.....	51
3.6.1. Construcción del lombricario.....	51
3.6.2. Instalación cunas.....	51
3.6.3. Preparación de los sustratos.....	51
3.6.4. Llenado de sustratos a las camas de almacigo.....	52
3.6.5. Siembra de las lombrices.....	52
3.6.6. Manejo de las camas de almacigo.....	53
IV. RESULTADOS.....	55
Discusiones.....	78
V.CONCLUSIONES.....	80
VI. RECOMENDACIONES.....	82
Literatura citada.....	88
Anexo.....	91

RESUMEN

La investigación “efecto de los restos vegetales de cocina con adición de estiércoles en la producción de lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) y humus en condiciones de almacigo en la gran vía Huacrachuco 2018”. Tuvo como propósito evaluar el efecto de los restos vegetales con adición de estiércol en la producción de lombrices rojas californianas y medir la calidad de humus. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones y 4 tratamientos haciendo un total 12 unidades experimentales, teniendo las medidas de las camas de largo 0,50m, ancho 0,50m y alto de 0,20m. Para la observación de la variable dependiente se tomaron datos de tamaño y número de lombrices y cootecas, calidad del humus (características físicas y químicas), tiempo de conversión sustrato-humus. Los resultados permitieron llegar a las conclusiones que el abono orgánico de mejor calidad producido es el T1 estiércol de vaca + restos vegetales de cocina. En la producción de lombriz roja californiana en una muestra de 1 Kg el T1 obtuvo mayor cantidad de: cocones con 154,68, lombrices entre adultos y jóvenes sin contar las lombricillas bebés con 352. En tamaño de lombrices el T3 ocupó el primer lugar con 6.72cm; Y en la producción total del humus que tenía el mayor rendimiento fue el T1 con 12 kg. El humus obtenido en menor tiempo fue el tratamiento T1 con 3.5 meses.

ABSTRACT

The purpose of the study was to evaluate the production of Californian red worms and humus and measure the quality of humus using vegetable residues with the addition of manure (beef, sheep and chicken manure). The completely randomized block design (DBCA) was used with 3 repetitions and 4 treatments making a total of 12 experimental units, having the measures of the beds of length 0.50m, width 0.50m and height of 0.20m. For the observation of the dependent variable, data on size, number of worms and coquettes, humus quality (physical and chemical characteristics), substrate-humus conversion time were taken. The results allowed us to reach the conclusions that the best quality organic fertilizer produced is the T1 cow manure + cooking vegetable remains. In the production of Californian red earthworm in a sample of 1 Kg the T1 obtained a greater amount of: heels with 154.68, worms between adults and young people without counting the baby worms with 352. In size of worms the T3 occupied the first place with 6.72cm; and in the total humus production that had the highest yield was the T1 with 12 kg. The humus obtained in less time was the T1 treatment with 3.5 months.

I. INTRODUCCIÓN

De los 3326 habitantes en el distrito de Huacrachuco, los residuos domiciliarios que regularmente se genera, por las diversas actividades humanas, el 49% es correspondiente a materia orgánica, Se aprecia que, en las zonas rurales del distrito, la generación de residuos es ligeramente inferior a la urbana, aunque la proporción de materiales orgánicos es mayor (estudio de caracterización MPM) así mismo los estiércoles de ganado ovino, vacuno y gallinaza le dan el uso tradicional.

Una de las elecciones que existen para el tratamiento eficaz de este tipo de desechos es la lombricultura. Esta práctica consiste en la producción de abono orgánico a través del uso de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Mediante la utilización de la lombricultura, es posible convertir casi cualquier tipo de basura orgánico en un producto final designado en general como lombricompost el cual es utilizado en la agricultura como agente recuperador. Los abonos orgánicos, optimizan las propiedades químicas del suelo, como las propiedades físicas y biológicas, aportando así a la solución del problema de la contaminación del medio ambiente.

En forma equivalente a la producción de abono (Humus), la crianza de lombriz se constituye en una actividad que también puede generar ingresos, ya sea en forma de harina o bien de pie de cría; por su alto contenido de proteína, la lombriz puede ser utilizada en actividades como la avicultura y piscicultura. En cuanto a la calidad del humus el análisis del laboratorio revela que la mejor calidad de humus es restos vegetales + estiércol de vacuno.

Objetivo general

Evaluar el efecto de los restos vegetales de cocina con la adición de los estiércoles en la producción de humus y lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en condiciones de almacigo en la gran Vía Huacrachuco.

Objetivos específicos

- a. Determinar el efecto de los estiércoles de vacuno, ovino, gallinaza con restos vegetales de cocina en la producción de humus y lombriz roja californiana.
- b. Medir el efecto de los estiércoles de vacuno, ovino, gallinaza con restos vegetales de cocina en la calidad de humus, y ver sus características físicas y químicas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. MATERIA ORGÁNICA

García (2008) indica que la materia orgánica se dice a los desechos y restos de animales y vegetales descompuestos por microorganismos, ya sea insectos, lombrices y elementos ambientales, así mismo describe que la materia orgánica es cuando muere un ser vivo, la descomposición producida por estos factores convierte una parte en nutrientes minerales y la otra se transforma en humus. El proceso continúa hasta que todo se incorpora al suelo.

Guerrero (1993), menciona que la materia orgánica incorporada en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida a éste, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en él. Particularmente a la microflora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo.

La agricultura tradicional (antes de la aparición de los fertilizantes químicos) estuvo basada en el uso y la aplicación en el suelo de abonos orgánicos. El aumento estadístico de nuestro país, ha provocado un incremento significativo de la superficie de tierras cultivables, provocando una disminución en la capacidad de suministro de abonos orgánicos. La baja productividad de las tierras cultivables de nuestro país, coincide con la depreciación acelerada de materia orgánica de los suelos (Villarreal 1996).

2.1.1. Residuos orgánicos

Según la Comisión para la Cooperación Ambiental (2017) Menciona que los residuos orgánicos se refieren a todo material que proviene de especies de

fauna o flora y que es susceptible de descomposición por microorganismos, o también nos dice que consiste en residuos, migajas o productos de desecho de cualquier organismo, desechos alimentarios (es decir, comida desechada y cualquier parte no comestible de un alimento), desechos de jardín (por ejemplo, hojas y recortes de hierba), cartón y otros productos de papel, desechos de madera (salvo escombros de construcción y demolición)

2.2. Generalidades de la lombricultura.

La lombricultura es una práctica de crianza y manejo de lombrices en cautiverio, con la finalidad de obtener diferentes productos tales como harina de lombriz, humus, pie de cría utilizado para peces, etc. (Pineda 1994).

Sánchez (2003) menciona la lombricultura es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, es un negocio en expansión y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de los suelos. Por otra parte, ofrece una buena alternativa para el manejo de desechos contaminantes como basura orgánica de ciudades, desechos orgánicos de industrias, estiércoles de establos, etc.

Compagnoni y Putzolu (1995) indican que la lombricultura recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

2.2.1. Lombriz roja californiana

Bollo (1999) manifiesta que se conoce como lombriz roja californiana porque se descubrió en EE. UU donde realizaron sus estudios es allí donde se instalaron los primeros criaderos, en la cual indica que la lombriz es un

anélido hermafrodita, reúne características morfo fisiológicas y comportamentales muy importantes para introducirla dentro de una explotación zootécnica.

La lombriz roja californiana es una variedad obtenida mediante cruces genéticos con diversas lombrices, es un gusano que vive sobre la superficie del suelo se alimenta de hojas secas y estiércol en descomposición. La lombriz Respira por medio de la piel, no soportan la luz, no posee dientes (Compagnoni y Putzulu 1990).

Cajas (2009) citado por Suquilando (1996), manifiesta que sus características morfológicas y fisiológicas específicas la hacen una excelente fábrica procesadora de todo tipo de materia orgánica en descomposición; su producto final, el lombrihumus, de excelentes características agronómicas permite recuperar suelos al aportar altos niveles de microorganismos y elementos químicos benéficos para cualquier tipo de cultivo. Entre las pocas especies de lombrices que pueden explotarse en cautividad está la lombriz Roja californiana, la cual se ha obtenido, por selección de varios tipos para dedicarla a la producción de humus por su alta adaptación y prolificidad, vive en grandes densidades, se reproduce en cautiverio, es muy voraz, acepta todo tipo de desechos orgánicos, cada día se alimenta el equivalente del peso de su cuerpo y el 80 % del alimento lo defeca en forma de humus.

2.2.2. Clasificación zoológica

Fajardo (2002) indica la siguiente clasificación:

Reino Animal: del latín que significa metazo constituye un amplio grupo de organismos que son eucariotas, heterótrofos, se caracteriza por su amplia capacidad de movimiento, carecen de cloroplasto.

Tipo Anélido: proviene del latín *anellum* “anillo” y del griego *ides* “miembro de un grupo” son los animales invertebrados protostomas de aspecto vermiforme y por lo general con el cuerpo segmentado en anillos.

Clase Oligoqueto: proviene del griego *oligos*, poco, pequeño y del latín *chaetae*, cerdas o lombrices generalmente llamado anélidos.

Orden Opisthoprocto: en el español se lee opisthoprocto se le define por tener un par de poros, que son pequeñas aberturas localizadas atrás de donde se junta cada segmento de un gusano.

Familia Lumbricidae: se dice por lo que tiene la forma cilíndrica, aguzado, de cuerpo blando, alcanzando cerca de 700 especies.

Género Eisenia: Las lombrices rojas (*Eisenia*) constituyen un género de lombrices de tierra que presentan color rojizo. Son cosmopolitas, aunque su origen es europeo. Se usan en lombricultura, pues tienen gran importancia como lombrices de compostaje (humus) y como gusanos de cebo. Poseen casi 160 segmentos y el color se debe a un pigmento rojo púrpura situado a nivel subepidérmico.

Especie: *E. foétida*

Fajardo (2002) indica que el cuerpo es alargado, segmentado y con simetría bilateral, existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm de longitud llamada Clitellum cuya función está relacionada con la reproducción, la pared del cuerpo de las lombrices está constituida de afuera hacia dentro, por:

- a) Cutícula. Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinosa, fina y transparente.

- b) Epidermis. Situada debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma. También existen células glandulares que producen una secreción serosa.
- c) Capas musculares. Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.
- d) Peritoneo. Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.
- e) Celoma. Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, y dentro de este se suspenden los órganos internos del animal.

2.2.2.1. Ciclo de vida

Fardo (2002) menciona las lombrices son animales invertebrados del tipo anélidos, o sea gusanos segmentados son hermafroditas muy prolíficas; pero no se auto fecundan, por tanto, es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 -10 días luego cada individuo depositan sus huevos protegidos en una cápsula llamada cocón cada 10 días (huevo en forma de pera de color amarillento, de unos 2mm la cópula produce 2 cocones de la cual emergen hasta un máximo de 9 nuevas lombrices (promedio 2-4 lombricitas/cocón).

Mendoza (2008) indica después de un periodo de incubación de 14 a 23 días. El tránsito pre madurez ocurre cuando adquieren un peso de 0,24 gramos (2.5-3 cm). Estas nuevas lombrices alcanzarán su madurez sexual a los dos meses de edad y se reproducirán cada 7 días durante toda su vida (máxima: 4,5 años en condiciones de laboratorio y poco más de 1 año

en campo). Estas recién nacidas alcanzan la madurez sexual luego de 6 a las 10 semanas. Son inmunes a las enfermedades y tienen una increíble capacidad de regeneración. La longevidad de esta especie se estima en alrededor de 15 a 16 años.

2.2.3. Reproducción y peso de la lombriz

2.2.3.1. Reproducción

Durante el apareamiento, las lombrices intercambian espermatozoos los cuales no fertilizan inmediatamente. Las huevas quedan depositadas en una envoltura viscosa, alojada en una especie de faja translúcida y situada a un tercio de la longitud del cuerpo (Compacnoni y Putzulu, 1990).

Pineda (1994) indica que las lombrices son hermafroditas, cada lombriz posee a la vez gónadas masculinas y femeninas, de modo que al aparearse se fecundan mutuamente. También, ambos individuos producen un huevo que se denomina cocón.

El aparato digestivo de la lombriz contiene enzimas que transforman la celulosa y los carbohidratos en elemento asimilables, según Valdivia (1995) un elevado contenido de celulosa resulta muy eficaz para estimular la reproducción. Por otro lado, Sánchez (2003) menciona que cada capullo o cocón contiene albúmina esta sustancia alimenta a los huevos durante la incubación, periodo que dura entre 14 y 30 días.

En la copula se ponen en contacto, con la parte anterior de ellos dirigida hacia la parte posterior del otro. Durante la copula, en los lombricidos, el clitelio de uno de los gusanos, situado posteriormente, se fija a los segmentos que contienen las espermatecas del otro individuo, (Barnes 1996).

La copula dura de dos a cuatro horas y sólo se realiza durante la noche, aunque también se ha observado que pueden copular durante el día (Basaure 1995) posteriormente cada lombriz expulsa una capsula o huevo que eclosiona aproximadamente a los 17 teniendo un rango de 14 a 21 días. (Velázquez 1985)

2.2.3.2. Peso de lombrices

Sánchez (2003) menciona que las lombrices adultas pesan de 0,24 a 1,4 gramos, una lombriz come una ración diaria que tiende a su propio peso.

La presencia de sustancias nocivas en la comida de las lombrices puede provocar una disminución de su población y pérdida de peso. En algunos casos afecta a su musculatura impidiendo su locomoción y apareamiento (Arella 1996).

2.2.4. Humus de lombriz

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2002) reporta que el humus de lombriz es un abono orgánico natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Es totalmente natural, mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades y ninguna dificultad. Según Valdivia (1995) indica que el humus es un fertilizante bio-orgánico es un producto ligero y suelto, es completamente estable y no se pudre.

El lombricompostado tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, de esta manera facilita su manipulación, se dice que el humus es uno de los fertilizantes más completos porque aportan todos los nutrientes para la

dieta de las plantas, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos (Ochoa 2003).

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, según Sánchez (2003) es un mejorador de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (haciéndola más permeable al agua y al aire).

2.2.4.1. Producción y calidad del humus de lombriz

a. Producción humus de lombriz

Guerrero (1993) reporta las lombrices producen cantidades importantes de humus en el suelo: de 1000 lombrices adultas, teniendo a su disposición materia orgánica suficiente pueden producir unos 600 g de humus por m² de suelo por día.

Pati (2002) indica que los rendimientos de producción de humus de lombriz elaborado con desechos sólidos urbanos determinan que los tratamientos a base de desechos vegetales tienen un rendimiento de 34,015 kg (39%), seguida por: ingesta + restos vegetales con 33,810 kg (38%) e ingesta con 28,51 kg (32%) de producción de humus de lombriz. así mismo Huaynoca (2002) indica los resultados de producción de humus elaborados con diferentes sustratos alimenticios, las lombrices alimentadas con desechos vegetales con 36,46 kg (42,64%), desechos vegetales + gallinaza 35,74 kg (34,77%)

b. Color del humus

Narvaes (2013) indica el color del humus producido con estiércol de ovino + restos vegetales Es de color café oscuro con textura fino e inodoro, el humus producido a través del estiércol de vacuno + restos vegetales de

cocina es de color pardo claro (Pc) y el humus producido a través del estiércol de gallinaza + restos vegetales es pardo.

2.2.4.2. Calidad de humus

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

Los intestinos de las lombrices contienen especialmente, los mismos tipos de organismos que están presente en el suelo donde las lombrices están viviendo (Meinicke 1988).

La calidad del humus depende del tipo de alimento que se le dé a las lombrices como: estiércol, rastrojo u otros desechos (Pineda 1994).

2.2.4.3. Características químicas del lombrihumus en diferentes niveles de estiércol.

En la tabla N° 01 se muestra las características químicas del humus de lombriz según Compagnoni y Putzolu (1995)

Tabla N° 01. *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

Fuente: Compagnoni, y Putzolu (1995)

En la tabla N.º 02 Se muestra los rangos en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y pH de humus de lombriz. Huaynoca (2002) presenta el humus elaborado con diferentes sustratos alimenticios.

Tabla N°02 contenidos de nutrientes de lombrihumus con sustratos alimenticios

Huaynoca (2002)	
pH	7,38-8,93
Nitrógeno	1,38-2,58%
Fósforo	0,22-2,56%
Potasio	0,24-0,81%
Materia Orgánica	28,07-35,59%

Fuente: Huaynoca (2002)

2.2.4.4. Características de macro elementos del humus

Nitrógeno (N)

Es el elemento más importante en la nutrición vegetal; forma parte de las proteínas, ácidos nucleídos y otros compuestos de la célula vegetal y además es el único elemento del que no se dispone como mineral en la roca madre.

Las plantas lo absorben, principalmente a través de las raíces, la formación de proteínas origina el crecimiento de las hojas y el aumento de la extensión de superficie verde, incrementándose de este modo la fotosíntesis y estimulándose el crecimiento. Conforme aumenta el aporte de nitrógeno, también aumenta la relación existente entre la cantidad de proteína y el material de la pared celular. Esto da lugar a hojas más succulentas con un mayor contenido en agua. Si el aporte de nitrógeno es excesivo, las células de las

hojas aumentan de tamaño y su pared disminuye de grosor y es por eso que las hojas son fácilmente dañadas por el viento, por la lluvia, por las heladas, por los hongos e insectos. (Simpson 1991)

Fósforo (P)

Las raíces de las plantas absorben el fósforo en forma de iones ortofosfato. Es indispensable para la planta, por formar parte del núcleo de las células, es indispensable en la división celular y de aquí que sea sobre todo importante a nivel de los puntos de crecimiento de la planta, es decir en el tejido de los meristemas. interviene en diversas reacciones enzimáticas, como por ejemplo en la fascinante y compleja reacción de la conversión del agua y dióxido de carbono en azúcares y almidones en el proceso conocido como fotosíntesis. (Simpson 1991)

Potasio (K)

El potasio no forma parte ni de las proteínas, ni de los hidratos de carbono ni de cualquier otro de los componentes principales de la planta. Es fácilmente absorbido por las raíces de las plantas en forma de ion potasio (K^+) y éste es retenido principalmente en el jugo celular, interviniendo en la regulación de la presión osmótica y en el mantenimiento de la turgencia de la planta. El potasio también interviene en los procesos indispensables de la fotosíntesis y de la respiración, así como en el transporte de los hidratos de carbono desde una parte a otra dentro de la misma planta. En la actualidad se sabe con certeza que el potasio es un catalizador de las reacciones enzimáticas fundamentales que intervienen en la síntesis de proteínas. El potasio tiene una gran movilidad para pasar del suelo a la planta. (Simpson 1991)

2.2.4.5. pH del humus de lombriz

Según Ferruzi (1994) menciona la lombriz succiona sus alimentos, cuando éste llega a su estómago unas glándulas especiales se encargan de segregar carbonato de calcio, cuya finalidad es neutralizar los ácidos presentes en la comida.

Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas. Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH (Sánchez 2003).

Las características fisiológicas de la lombriz californiana son sus glándulas calcíferas. Estas y otras particularidades inertes al proceso digestivo, hace que el producto elaborado tenga una acción como enmienda fertilizadora y fitosanitaria muy superior a un compost (Bravo 2004).

2.2.5. Dosis de empleo del humus

Guerrero (1993) menciona, el humus se debe aplicar cada 6 años, ya que tiene duración ilimitada. La flora microbiana se reproduce continuamente y prácticamente no tiene fin, el humus de debe aplicarse en el campo con preferencia en forma localizada (en bandas, en tres golpes y nunca al voleo).

La dosificación de humus depende básicamente del tipo de suelo y de cultivo. Una respuesta precisa a esta pregunta podría darse sólo después de analizar el suelo y también el humus y luego de información experimental que se obtuviera en cada lugar (Pineda 1994).

El humus de lombriz es un fertilizante de acción inmediata y de larga duración debido a la presencia de macro y micro nutrientes en forma fácilmente asimilables. La dosis de empleo de humus de lombriz para recuperación de terrenos es de 1200-1500 kg/ha (Sánchez 2003).

2.2.5.1. Formas y dosificaciones recomendadas para la aplicación de humus

Tabla N° 03 Dosis de empleo del humus de lombriz

Tipo de planta	Dosis recomendada
Frutales	2 kg/árbol
Hortalizas	1 kg/m ²
Césped	0,5-1 kg/m ²
Ornamentales	150 g/planta
Semilleros	20% de sustrato
Abono de fondo	8-10 kg/m ²
trasplante	0,5-2 kg/árbol
Rosas y leñosas	0,5-1 kg/m ²
Praderas	800 g/m ²

Fuente: Lumbricultura Pachamama (2003)

2.2.6. Beneficios y propiedades del humus de lombriz

Guerrero (1993) indica las siguientes propiedades del humus de lombriz:

Vivifica el suelo, debido a la gran flora microbiana que contiene 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz.

La microflora permite que se realice la producción de enzimas importantes para la evolución de la materia orgánica en el suelo.

El alto contenido de ácidos fúlvicos favorece a la asimilación casi inmediata de los nutrientes minerales por las plantas.

Permite mejorar la estructura del suelo, favorece a la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuye la compactación del suelo.

Los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica.

Para Valdivia (1995) el humus de lombriz beneficia en:

Mejorar las características físicas de la tierra, y la mantiene suelta, debido a su estructura coloidal, aumenta la capacidad del suelo en retener agua.

Tiene una elevada capacidad de sustituir las bases de la tierra, y ayuda a la solubilización de los elementos nutritivos inorgánicos en minerales solubles.

Aportar elementos nutritivos y minerales, es muy rico y completo.

2.2.6.1. Razones de su elección

Chacón (2000) reporta las siguientes razones por las cuales se prefiere la lombriz roja californiana sobre otros tipos de lombriz:

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 prolífera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Y su longevidad está próxima a los 16 años, su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. 1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12 000 000 y en dos años en 144 000 000. Durante este periodo habrán transformado 240 000 toneladas de residuos orgánicos en 150 000 toneladas de humus (63%)

Valdivia (1995) menciona que la lombriz se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria. Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

2.2.7. Importancia económica

Chacón (2000) indica que la eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de la lombriz se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico.

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues los diversos productos provenientes de la lumbricultura (lombrihumus, carne de lombriz, lombriz viva, harina de lombriz) tienen grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado. La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

La producción de lombrices tiene buenas perspectivas ya que es un negocio que se adapta a las fincas de producción sostenible y diversificada ofreciendo una buena alternativa para el manejo ecológico de los desechos contaminantes como basura orgánica de ciudades, desperdicios de restaurantes y estiércoles de establos.

2.2.8. Condiciones ambientales para su desarrollo

a) Humedad

Será del 80% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz. Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto, la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente. El sentido la humedad promedio más favorable para las lombrices es del 75 al 85 %, se debe revisar el depósito y verificar que esté siempre presente una apariencia húmeda, al grado de poder en forma práctica. (Díaz 2002)

Extraer unas cuantas gotas, si lo tomamos en nuestras manos y lo apretamos, exprimiéndolo con nuestros dedos. Por otra parte, debemos de prevenir la entrada de agua en grandes volúmenes que pueden llegar a inundar el sustrato, lo que reduce la aireación necesaria y provoca el escape o ahogamiento de las lombrices. Si tomamos el sustrato con la mano y lo apretamos y sale de 8 a 10 gotas la humedad es adecuada. (Torres 2008)

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

Ferruzi (1994) indica que el riego debe efectuarse cada vez que el módulo o lecho lo requiera, creando condiciones óptimas para que succionen sus alimentos las lombrices

b) Temperatura

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25°C y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más

frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos (Emison 2004). La temperatura óptima para las lombrices, según Cabrera (1988) es de 19°C, aunque puede desarrollarse sin problemas en un rango de 10 a 30°C.

La temperatura influye en la reproducción, fecundidad de cápsulas y producción de humus se considera óptima para las lombrices si está entre los 18-25°C. Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C, los cocones (huevos) no eclosionan hasta que se presenten condiciones favorables (Emison 2004).

c) pH.

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

El pH apropiado está entre 5, ligeramente ácido y 8 ligeramente alcalino, es decir un rango cercano al 7, que representa al neutro. (Mendoza 2008)

d) 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 Sánchez (2003). Dentro del lecho debe existir un adecuado intercambio gaseoso, el cual está relacionado con la textura del sustrato. La presencia de material altamente compacto o los excesos de agua que saturan los poros del lecho producen una disminución de O₂ peligrosa para la supervivencia del animal, se debe evitar el uso de plásticos tanto en el fondo del lecho como de

cubierta usar como protectores materiales como cartones, costales, paja o madera. (López 2002)

Ferruzi y Pineda (1994) indican que el lecho tiene que ser suave y estar bien aireado si está demasiado mojado fallará la oxigenación indispensable para poder garantizar la supervivencia de las lombrices, no se puede olvidar que la lombriz es un organismo aeróbico, el medio en el que vive no debe compactarse.

Las lombrices al igual que nosotros necesitan del oxígeno, porque respiran y eliminan el dióxido de carbono, por lo que la composta o el sustrato deberán permitir la suficiente ventilación interna para que este proceso se lleve a cabo. Adiciones exageradas de alimento fresco, muy denso o pastoso pueden también provocar una falta de ventilación, se evita distribuyendo el material en capas más delgadas (Torres 2008)

e) Riegos

Torres (2008) menciona los sistemas de riego empleados son el manual. Consta de una regadera y/o manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido, pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor.

Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego es muy elevado darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del vermicompost. Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica.

2.2.8.1. Alimentación

Cabrera (1988) menciona que la característica fundamental del alimento de las lombrices es que no contenga ácido tánico, urea que pueden intoxicarlo y llevarlos a la muerte.

Valdivia y Fajardo (1995 - 2002) La lombriz puede ingerir toda clase de estiércoles animales (sobre todo de herbívoros), y cualquier sustancia orgánica en putrefacción, restos vegetales, residuos orgánicos e industriales. Estos anélidos son muy golosas para las azúcares, las sales y la celulosa, cuanto más fino su alimento menor dificultad tendrá para ingerirla y por tanto mayor será la producción de humus; es indispensable triturar el alimento antes de suministrarlo, para acelerar el proceso de degradación y mejorar la textura.

La calidad del alimento influye en la producción y fecundidad de las cápsulas, si la lombriz es trasladada periódicamente a alimentos frescos la producción de cápsulas y la fecundidad aumentan, la adición constante de alimentos frescos incrementan su peso y producción (Pineda 1994).

2.2.8.2. Enemigos de las lombrices

Compacnoni y Putzulo (1990) menciona la misma naturaleza ha dispuesto que toda especie animal tenga sus enemigos contra los cuales hemos de intentar protegerla.

Las hormigas: pueden perjudicar el cultivo porque llevan alimentos y a veces hasta matan las crías, por lo cual hay que eliminarlas poniendo cualquier tipo de insecticida comercial a los lados del terreno.

Los ratones: llegan a constituir un problema cuando se presentan en un número considerable, debido a que revuelven el lecho buscando la

comida y estorban a las lombrices en su labor. Conviene eliminarlas empleando cualquier raticida.

Los pájaros: de un cierto tamaño como los mirlos, los tordos, los faisanes, etc., constituyen un serio peligro para la lombriz cuando aparecen en gran número. Un método eficaz es colocar una red por encima de los lechos.

Los topos: son particularmente peligrosos y pueden destruir cultivos enteros. Por esto es indispensable proteger los lechos con cualquier tipo de material para formar un pavimento aislante que el topo no pueda atravesar.

El hombre: en el pasado exterminaba a las lombrices porque eran consideradas perjudiciales para la agricultura, incluso se pensaba que comían raíces de las plantas, porque al arrancar una planta muerta es muy frecuente encontrar lombrices entre las raíces. La lombriz únicamente se alimenta de raíces en putrefacción puesto que éste carece de dientes para masticar (Compacnoni y Putzulo 1990)

Se combaten protegiendo los lechos con materiales que impidan su acceso: ladrillos, mallas metálicas, etc. La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros y hormigas es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento.

2.2.9. MATERIAL ORGÁNICO PARA SUSTRATOS EN LOMBRICULTURA.

2.2.9.1. Diversos insumos a utilizar

Deffis (1992) indica que entre los desechos de origen vegetal están las hojas, pastos, flores, tallos, pajas, frutas, verduras y restos de plantas generados en procesos agroindustriales. Todos estos materiales pueden ser

utilizados en la alimentación animal siempre y cuando realice un proceso de precompostaje, que es necesario previo a ser facilitado a las lombrices. Uno de los problemas más importantes a considerar en su manejo es la alta humedad de éstos, así como su contenido de azúcares, que hace que fácilmente fermenten y se conviertan en un problema. Por otra parte, cuando se manejan apropiadamente se convierten en un excelente alimento para las lombrices, produciendo un excelente humus.

Residuos de silos: en general, siendo los de alimentos balanceados grandes contaminantes.

Residuos de la industria maderera: como el aserrín y la viruta previamente reducida a partículas pequeñas.

Residuos vegetales: tales como hojas, pasto o tallos despedazados.

Restos de hortalizas: tortas y pellets de oleaginosas, como el girasol, soja, lino, algodón.

Rollos o fardos viejos de pasturas, rastrojos de diferentes cultivos.

Residuos de cocina: en su mayoría residuos de frutas, cortezas de tubérculos. Residuos de cosechas. etc.

Deffis (1992) indica que los estiércoles individuales o mezclados con otros y con desechos vegetales son el alimento más apetecido por las lombrices en general, por lo que el manejo de aquéllos resulta bastante eficiente.

2.2.9.2. Proceso de Compostización

El compostaje puede definirse como: la descomposición biológica de los materiales residuales orgánicos bajo condiciones aerobias hasta alcanzar un

nivel de estabilidad que permita que el material sea apto para su uso final o para almacenamiento seguro en este caso para la lombricultura. (Silguy 1999)

2.2.9.3. Lavado del estiércol

Hernández et al. (2010) indica en su investigación, el lavado del estiércol para disminuir la salinidad, el volumen de agua adecuado para el lavado del estiércol bovino que es de tres por cada volumen de sustrato, donde el evaluó tres métodos de lavado del estiércol de ganado vacuno, ovino. Después de compostados, bajo cinco niveles de agua y poder así establecer cuál podría ser el mejor método y volumen de agua para garantizar el establecimiento exitoso en la producción de lombrices y humus.

La mayoría de los manuales prácticos para el establecimiento de la lombricultura citan entre los factores más importantes que se deben tomar en cuenta, la humedad, pH y calidad del sustrato alimenticio (Martínez et.al 2000); pero raramente indican que se debe conocer la conductividad eléctrica, como lo señalaron Hernández et al. (2010) al referir que la salinidad se ha señalado como un aspecto muy importante que pocas veces es considerado, la CE es una medida que da referencia del contenido de sales en el sustrato alimenticio de las lombrices. Y aunque entre el manejo señalado para la adecuación del sustrato está el lavado del mismo.

2.2.10. PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HUMUS

Construcción del lecho

Colocar en un terreno plano o ligeramente inclinado, con un buen drenaje, lejos de árboles, y con disponibilidad de agua limpia para regar los lechos. En un terreno próximo al destinado a los lechos prepare el alimento de las

lombrices en nitreras o montones de 80cm de altura para fermentar la materia orgánica (estiércol, hojas, malezas, tamo etc.) durante 90 días. (Chacón 2000)

Puede hacerse de madera aserrada, palos redondos, chonta, bambú rajado, redondo o en esterilla, ladrillos, piedras bloques etc. (Pineda 2006)

El lecho a nivel extensivo debe tener en lo posible instalación de tuberías de agua para que los micro aspersores puedan regar el lecho, entre lecho y lecho debe dejarse una calle de un metro de ancho para facilitar el manejo de la explotación, los lechos se instalan en suelos que dejen recorrer el agua retenida debajo de los lechos. Los lechos deben construirse de ladrillos, bloques y cemento. Se puede utilizar otros materiales como caña guadua, tabla etc. pero el inconveniente es la invasión de las malezas. El lecho a nivel casero debe construirse pequeños y de madera que cumpla idéntica funcionalidad en este caso el riego será con regaderas. (Cando 1996)

Medidas

Más comunes para construcción de lechos. Largo 2m o más, ancho 1m y alto 0,40m. Pueden ser más largos, pero si son más manejables. Cuando la anchura es más de 1 m se hace incomodo el manejo, puede construirse sobre el mismo piso de tierra, haciéndose necesario entonces colocarle una capa de grava para que sirva de drenaje y por ende la altura seria de 0,50m. (Pineda 2006)

2.2.10.1. Materiales a incorporar en el lecho.

Inversanet (2000) menciona si los materiales no son adecuados (o no se acondicionan bien), las lombrices se resentirán, llegándose a ralentizar o

interrumpir el proceso. Existen dos ingredientes básicos, cuya proporción es fundamental para la velocidad del proceso, estos son nitrógeno y carbono.

Carbono. Siempre que añadimos restos estamos introduciendo carbono en una proporción u otra, normalmente los restos de vegetación seca contienen mayor proporción de carbono. El carbono o fibra (celulosa), se emplea para acondicionar el material haciéndolo más esponjoso y aireado. Además, una vez finalizado el proceso, dejan finas partículas de fibra que mejora las cualidades del humus.

Nitrógeno. Los materiales con mayor contenido en nitrógeno se pueden clasificar en 2 tipos: residuos domésticos y vegetación verde.

Residuos domésticos. Los restos de cáscaras de frutas y verduras contienen bastante nitrógeno, es decir, su relación C/N es bastante baja. Una vez añadido puede cubrirse con papel o tierra para que no atraigan a las moscas

Calcio. Los restos de cáscaras de huevos machacados aportan calcio que siempre es bastante agradecido por las lombrices. Siempre debe añadirse bien triturado para facilitar la ingestión.

Otros. El café y las bolsas de té usadas, también pueden utilizarse como materia orgánica para las lombrices, siempre y cuando no sean en grandes cantidades para no modificar gravemente el pH. En el caso de obtener pelo no existe ningún problema, se degrada sin ninguna dificultad y no presenta problemas de transmisión de enfermedades (aunque provenga de animales domésticos o de granja).

Es importante recordar que añadir materiales con diferente aporte de Carbono y Nitrógeno, es fundamental para llegar a conseguir un buen resultado

en nuestro vermicompostador. Y que cuanto más fino sea el tamaño de los gránulos de la comida más alimento ingiere la lombriz. (Esteve 2008)

2.2.10.2. Colocación de alimento, incorporación o siembra de lombrices.

Inversanet (2000) menciona que se debe de colocar en la cama de producción el material compostado previamente, la altura dependerá del volumen de composta que hayamos realizado, para el caso de las camas de concreto realizadas se recomienda que sean llenadas de composta y que después de realizado las pruebas ala composta se coloquen las lombrices distribuidas a lo largo de la cama o criadero, luego se cubre con un material como paja o pasto seco o costales. En la medida que el material orgánico que hayamos aplicado haya sido transformado por la lombriz, se podrá continuar aplicando capas de aproximadamente 15cm, deberemos de estar haciendo muestreos de la temperatura la cual se recomienda que sea de 20°C.

2.2.10.3. Manejo de lecho y lombrices

Chacón (2000) indica que las lombrices permanecen en el sustrato que se ha colocado en el lecho inicialmente por un mes, cuidando que siempre tenga una humedad de 80% en forma constante mediante riego con manguera o regadera. Transcurrido ese tiempo, se coloca una capa de 5 a 8 cm. De espesor cada dos semanas hasta la maduración del Humus, que ocurre entre 5 a 12 meses.

Las lombrices absorben y digieren este alimento gradualmente, de abajo hacia arriba y van dejando como producto de este proceso digestivo el humus que es el producto que nos interesa obtener.

2.2.10.4. Cosecha de lombrices y humus.

Cando (1996) señala que la cosecha del humus de lombriz se realiza 2 a 3 cosechas al año. Para esta actividad es que tengamos preparado alimento o composta previamente elaborada para alimentar a las lombrices después de la cosecha. La cual consiste en separar las lombrices del lombricompost o vermicompost obtenida y esta se logra debido a que las lombrices ingieren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta.

Separar las lombrices del lombricompost es un proceso muy sencillo. Solo hay que dejarlas uno o dos días sin alimento (no agregar alimento), y después poner alimento nuevo a un lado del lugar donde se encuentran las lombrices en busca de alimento irán a su nuevo lugar ligeramente (el 50% de las lombrices llegará en solo unas horas) al cabo de 4 a 5 días se pasa a retirar los montoncillos llenos de lombrices, para la cosecha total de los cocones y lombrices pequeñas que no se logró cosechar en la primera fase, es necesario esperar al menos 30 días. (Mendoza 2008)

Por otro lado, Barbado (2004) señala que para la cosecha del humus depende de la velocidad de descomposición del sustrato, cuando el sustrato llega a la altura máxima de la cama, se suspende la alimentación y el riego por una semana, para obligar a las lombrices a consumir todo el material que no se ha transformado. Se cosecha y se tamiza el humus infundiéndole con una humedad de 50%. E inmediatamente se puede vender por kilos o utilizarlos para los cultivos.

Con fines de comercialización de la lombriz a grandes distancias se recomienda que los montoncitos, trampas llenos de lombrices deben ser alojados en cajas de madera, con alimento adecuado y humedad para evitar la mortalidad de los anélidos.

2.2.11. Principales países productores

Los principales países productores de América Latina son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador. Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana. Filipinas es uno de los mayores productores de harina de lombriz para consumo humano, ya que la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad como en precio.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general

Si aplicamos residuos vegetales de cocina con adición de estiércol, entonces se tiene efecto significativo en la producción del humus y lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en condiciones de almacigo en la Gran Vía Huacrachuco.

Hipótesis específicos

- a. Si aplicamos residuos vegetales de cocina con adición de estiércol de vacuno, ovino y gallinaza, entonces se tiene efecto significativo en la producción de humus y lombriz roja californiana.
- b. Si aplicamos residuos vegetales de cocina con adición de estiércol de vacuno, ovino y gallinaza, entonces se tiene efecto significativo en la calidad de humus (químicas y físicas).

2.4. VARIABLES

Variable Independiente:

Restos vegetales de cocina.

Estiércol de ovino, vacuno y gallinaza.

Variables dependientes:

Producción de humus y lombriz roja californiana.

Calidad de humus (químicas y físicas).

Variable interviniente:

Condiciones de almacigo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se desarrolló en la localidad de la Gran Vía - Huacrachuco, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

Posición Geográfica

Latitud Sur	: 17° 08' 40"
Longitud Oeste	: 77° 08' 40"
Altitud	: 2 930 msnm.

Ubicación Política

Región	: Huánuco
Provincia	: Marañón
Distrito	: Huacrachuco
Localidad	: gran vía

Según el mapa ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) el área donde se realizó el experimento se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT). Según Holdridge, Las condiciones climáticas del distrito de Huacrachuco, localidad de la gran vía las ubica dentro de un clima Sub-Tropical (Templado a frígido), con una temperatura máxima y mínima es 17,5 °C y 8,0°C con una altitud de 2,930 msnm.

3.1.2. Materiales

Los materiales que se utilizaron en la presente investigación fueron de distinta procedencia y de acuerdo a cada etapa de trabajo como: el trabajo de campo, tabulación de datos y preparación del informe final.

3.1.2.1. Material biológico

Lombriz roja californiana.

Restos vegetales de cocina.

Estiércoles de vacuno ovino y gallinaza.

3.1.2.2. Material de campo

Cajas de madera de aliso.

Letreros, malla rashel.

Clavos, martillo, regadera, cajas de cartón.

Calaminas, baldes, bolsas plásticas, vasos descartables, guantes, balanza, romanilla.

Termómetro.

3.1.2.3. Material de laboratorio

Balanzas

Computadora

Cámara fotográfica

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación.

Aplicada, porque genero tecnología expresados en el uso de estiércoles de ovino, vacuno y gallinaza con la adición de restos vegetales de cocina para hacer un uso racional de estos materiales, mejorar la producción y calidad del humus, contribuir con el medio ambiente. Este método de producción es fácilmente aplicado para los agricultores de la provincia.

Nivel de investigación

Experimental, porque se manipulo la variable independiente estiércoles de ovino, vacuno y gallinaza con la adición de restos vegetales de cocina y se medió las variables dependientes producción de humus y de lombrices y se comparó con un testigo (tierra agrícola) sin adición de alimento en condiciones de almácigo.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población

Estuvo constituida por un total de 108 kg de estiércol más restos vegetales 30kg en 12 camas de almacigo con las medias de largo 0,50m, ancho 0,50 m alto de 0,20m.

Muestra

Estuvo constituido por 250g de estiércol más lombriz por áreas netas experimentales las medidas de cada área neta será 0,25 x 0,25 x 0,20 que equivale a $0,0125\text{cm}^3$ de la cama de almácigo.

Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de muestra aleatorio simple (MAS), porque cualquiera de la proporción del estiércol, restos vegetales y las lombrices en la cama de almácigo tenía la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

3.4. Factor y tratamientos en estudio

Los factores y tratamientos en estudio son los siguientes:

Clave	Factor	Tratamientos (Cantidad de sustrato en kg)
T1	Estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina.	15kg de sustrato más ½ kg de lombriz
T2	Estiércol de ovino más restos vegetales de cocina.	15kg de sustrato más ½ kg de lombriz
T3	Estiércol de gallinaza más restos vegetales de cocina.	15kg de sustrato más ½ kg de lombriz
T0	Tierra agrícola.	13kg de sustrato más ½ kg de lombriz

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. El diseño de la investigación.

Experimental en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos, 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimental.

El análisis se ajustará al siguiente modelo aditivo lineal.

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

Dónde:

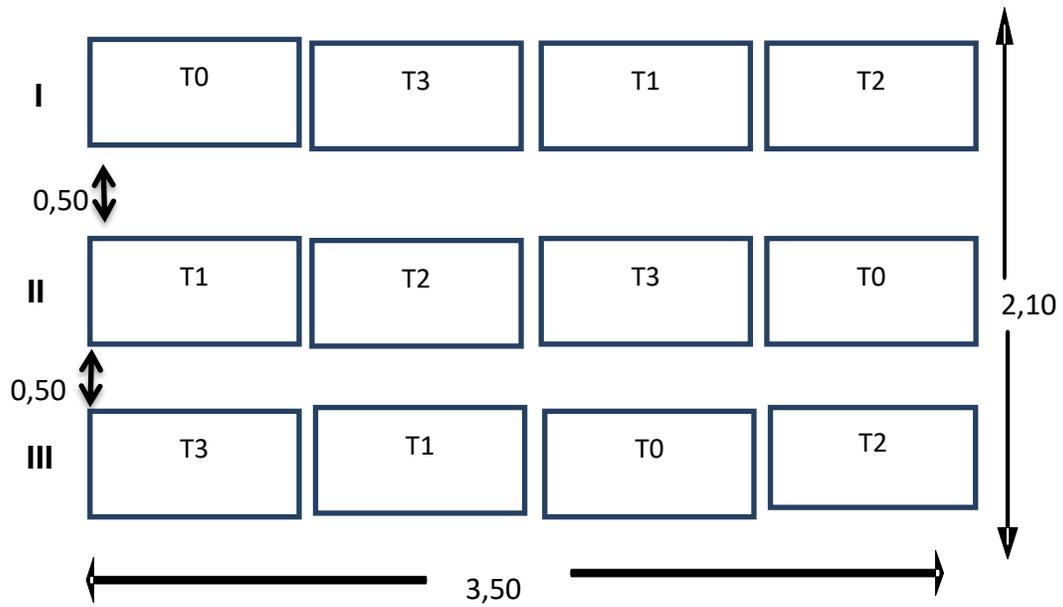
Y_{ij}	=	Observación de la unidad Experimental
U	=	Media general
T_i	=	efecto del i – ésimo tratamiento
B_j	=	Efecto del j – ésimo bloque
E_{ij}	=	Error

Se utilizó el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0,05 y 0,01 de margen de error, para determinar la significación estadística entre repeticiones y tratamientos y para la comparación de los promedios la Prueba de DUNCAN, al 0,05 y 0,01 de margen de error, con la ayuda del software estadístico Excel.

Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DBCA)

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (GL)
Bloques ($r - 1$)	2
Tratamientos ($t - 1$)	3
Error experimental ($r - 1$) ($t - 1$)	6
TOTAL ($r t - 1$)	11

Croquis del experimento



Croquis de la cama de almacigo experimental

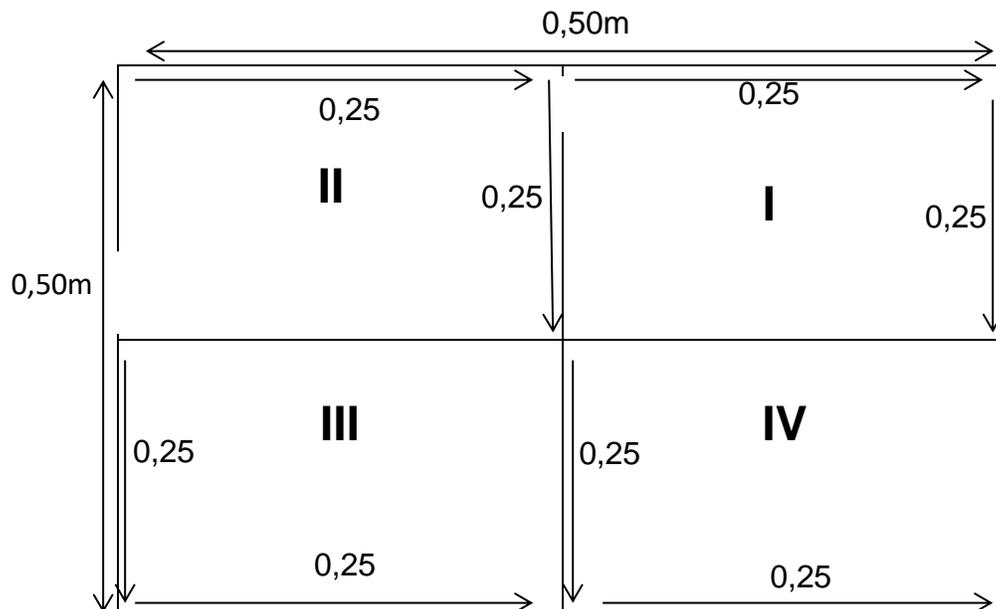


Fig. 01. Croquis de la cama de almacigo de la producción de humus de Lombriz.

3.5.2. Datos registrados

a. Evaluación del desarrollo adecuado de la lombriz roja californiana.

Se tenió en cuenta los parámetros de temperatura, humedad y aireación.

b. Producción de lombriz

Cocones de lombrices

Para determinar los cocones que existen en cada cuna, se utilizó el método del cuarteo y se contabilizo en una muestra de 100g.

Lombrices juveniles

La muestra utilizada para el conteo de los cocones, también sirvió para el conteo de lombrices juveniles.

Lombrices adultas (edad reproductiva)

Para determinar la cantidad de lombrices adultas se utilizó el procedimiento anterior.

Tamaño de las lombrices

Después de haber realizado el conteo de las lombrices se pasó a medir su tamaño en una muestra de 10 lombrices por repetición, se tomó en cuenta lombrices adultas y juveniles.

c. Producción humus de lombriz

Para conocer sobre la producción de humus, esto se hizo a los 5 meses después de instalación, donde se tenía en cuenta el peso inicial del estiércol y el peso del humus.

d. Características físicas del humus

Se determinó el color mediante las características cualitativas del humus, se evaluó en la escala siguiente para el color café oscuro (co), pardo claro (pc) y pardo (c)

e. Análisis químico de humus producido

Después de haber realizado la cosecha de humus, las muestras de los diferentes tratamientos se llevaron al laboratorio de la Universidad la Molina-Lima para ser analizado de acuerdo a los diferentes parámetros que determinó la calidad del humus producido como: pH, nitrógeno, potasio, fósforo, carbono orgánico, calcio y magnesio.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo

Las técnicas utilizadas para la recolección de información fueron las siguientes:

Análisis de contenido

Nos permitió analizar el contenido de los documentos leídos para elaborar el marco teórico de la investigación.

Fichaje

Nos permitió recolectar información bibliográfica y hemerográfica para elaborar el marco teórico sobre nuestro tema en estudio.

La observación

Para recolectar información sobre las observaciones a registrar en el campo, y las variables.

Instrumentos.

Fichas

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas fichas fueron de Registro o localización (Fichas bibliográficas y Hemerográficas) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen y comentario)

Libreta de campo.

Se registró la información de las observaciones, como la temperatura, características físicas del humus (color), por cada tratamiento.

3.6. Conducción del trabajo de campo

Primera fase

a. Construcción del lombricario.

El área fue de (10 m²) en el que se realizó la construcción del lombricario se terraplano y se nivelo para la instalación de las diferentes cunas.

Se utilizaron madera de maguey, lo más económico para construir el armazón del lombricario y para el techado se utilizaron calaminas, las paredes fueron cubiertas en la parte inferior con mantadas.

b. Instalación de cunas

Para la instalación se utilizaron 12 cajas de madera, con las medidas siguientes 0,50 x 0,50 x 0,20 m. Respectivamente el área total que ocupó las cunas es de 3,50 x 2,10 m².

c. Preparación de los sustratos

Primer tratamiento

Se utilizó como sustrato el estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina en una proporción de 13kg + 2kg respectivamente.

Para comenzar a fermentar aeróbicamente fue necesario que el sustrato esté fresco, comenzamos dando vuelta 1 o 2 veces al día para que escapen los gases, alternando con suministro de agua para así evitar que el sustrato se caliente, propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas que comenzaron a degradarlo; este trabajo se realizó durante 15 días antes de la siembra de lombrices, el riego del sustrato se efectuó cada 3 a 4 días.

Segundo tratamiento

Se utilizó como sustrato el estiércol de ovino más restos vegetales de cocina en una proporción de 13kg + 2kg respectivamente, el proceso de fermentación del sustrato se realizó igual que el primer tratamiento.

Tercer tratamiento

Se utilizó como sustrato el estiércol de gallinaza más restos vegetales de cocina en una proporción de 13kg + 2kg respectivamente, el proceso de fermentación del sustrato se realizó igual que el primer y segundo tratamiento.

Tratamiento control

Se utilizó como sustrato tierra agrícola natural de los suelos de Huacrachuco La Gran - vía.

d. Llenado de sustratos a las camas de almacigo

Se incorporó los sustratos (estiércoles) de vacuno + restos vegetales de cocina, ovino + restos vegetales de cocina, gallinaza + restos vegetales de cocina y tierra agrícola.

e. Siembra de las lombrices

La siembra de lombriz se realizó en la mañana debido a que son fotofóbicas y se introducen con más facilidad al sustrato. Se colocó ½ Kg de lombrices en cada lecho. Posteriormente se realizó el riego, se tapó el lecho con cartones y se cubrió con una malla rashell, como protección.

Realizada la inoculación las lombrices se penetraron y comenzaron a alimentarse y reproducirse.

f. Manejo de las camas de almacigo

Para mantener controlada la humedad, se realizó los riegos evitando excesos para ello se realizó una sencilla prueba para determinar la humedad aproximada, consistió en coger la cantidad de sustrato que se alcance con el puño, se le apretó fuertemente y se vio que brotaron de 8 a 10 gotas de agua y esto nos constató que la humedad está en 80% aproximadamente.

Se controló la temperatura constantemente la cual estuvo de 16 a 21 grados centígrados que es el rango óptimo. Adicionalmente se manejó la aireación y se evitó la presencia de animales indeseables realizando un monitoreo adecuado.

g. Cosecha de lombrices y humus

La cosecha del humus se realizó a los 5 meses cuando presento las características singulares.

Primero se dejó de suministrar agua y alimento durante 15 días, luego pasado esos días se introdujo como trampa alimentos que contengan azúcares, a los 4 días estos se subieron en los alimentos y allí se realizó la cosecha final del humus y lombrices.

Cocones de lombrices por tratamiento

Para determinar el número de cocones que existió en cada cuna, se utilizó el método del cuarteo (cuadrantes) que consistió en cuartear en 4 partes iguales después de ello se pasó a mezclar por cuadrante y se extrajo una muestra de 250g de cada uno y este al final igualmente se mezcló y la muestra final para el conteo de los cocones fue de 250g.

Lombrices juveniles

La muestra utilizada para el conteo de los cocones, también sirvió para el conteo de lombrices juveniles.

Lombrices adultas (edad reproductiva)

Para determinar la cantidad de lombrices adultas se utilizó el método del cuarteo igual que el procedimiento que se hizo en el conteo de los cocones.

Tamaño de las lombrices

Después de haber realizado el conteo de las lombrices se pasó a medir su tamaño en una muestra de 10 lombrices por repetición, se tomó en cuenta lombrices adultas y juveniles.

h. Análisis químico de humus producido

Después de haber realizado la cosecha de humus se mezclaron por separado los diferentes tratamientos y repeticiones, de la mezcla obtenida se cuarteo 600 gramos de humus y fue llevado a laboratorio de la Universidad la Molina-Lima para ser analizado de acuerdo a los diferentes parámetros que determinó la calidad del humus producido como: pH, nitrógeno, potasio, fósforo, carbono, calcio y magnesio.

Segunda fase.

3.6.1. Evaluación del desarrollo adecuado de la lombriz roja californiana

Para determinar el sustrato adecuado que favorece al desarrollo, reproducción y producción de humus de las lombrices, fue muy importante tomar en cuenta los parámetros ambientales como: temperatura, humedad y aireación.

Temperatura

Las cunas estuvieron instaladas al nivel del suelo. Para poder determinar los cambios diarios de temperatura se utilizó un termómetro.

Para controlar la Temperatura durante el manejo del experimento se hizo uso de un termómetro de 300 °c, cada 30 días.

Aireación

Esta labor se efectuó con mucho cuidado tratando de no afecta las lombrices debido que la aireación es muy importante para las lombrices ya que éstas respiran por la piel y si el alimento presenta compactación las lombrices podrían morir por asfixia, se realizó la aireación 2 veces por semana.

Humedad

Se controló la humedad usando la prueba del puño, es decir se tomó en la mano un poco de sustrato y se presionó fuerte, en la cual cayeron 8 gotas de agua. Con ello determinamos que tenía un porcentaje de 70-80%, ya que las lombrices para poder alimentarse succionan el alimento (no tienen dientes). Se rego con frecuencia cada 3 días, de acuerdo a la necesidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de las condiciones ambientales para el desarrollo de la lombriz roja

Evolución de temperatura del sustrato

El comportamiento de temperatura de los sustratos que se encontraron dentro de las cajas de madera de aliso, se presentan en la figura 1. Como se puede observar no se ve diferencia estadística en cuanto la variación de temperatura.

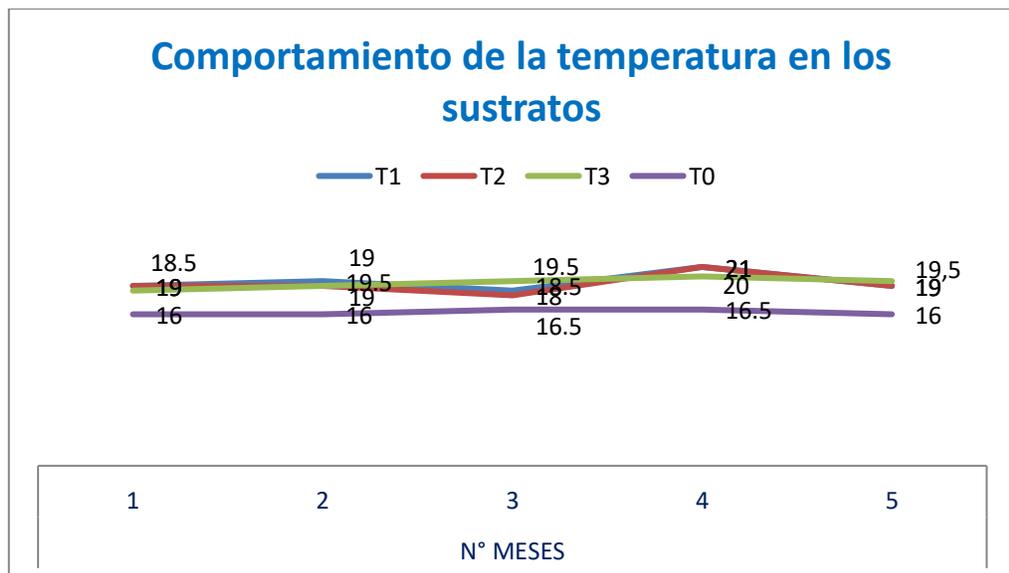


Fig. N° 01 comportamiento de la temperatura de los diferentes sustratos.

La temperatura del sustrato osciló entre 16 a 21°. Se pudo comprobar la tolerancia de las lombrices a cambios de temperaturas. Como indica Cabrera (1988) la temperatura óptima para la lombriz es de un rango de 10 a 30 °C.

Humedad del sustrato

La retención de humedad y la frecuencia de riego está relacionada con la temperatura del medio se evaluó con técnicas convencionales que consistió en tomar una porción de sustrato y apretarlo con las manos, este cayo 8 gotas (80%), significo que es el óptimo para su desarrollo de la lombriz y así creando condiciones óptimas para que succionen sus alimentos las lombrices. tal como como indica Torres (2008).

Lavado del estiércol

El lavado es un método muy importante para bajar la salinidad del estiércol que pocas veces es considerado este procedimiento; esto se realizó con el estiércol de ovino, que en primeras instancias a pesar que se realizó el proceso de compostaje, tuvimos problemas en la salubridad de los anélidos.

Esto concuerda con Hernández et al. (2010) en su investigación, el lavado del estiércol para disminuir la salinidad, después del compostado, y así garantizar el establecimiento exitoso de las lombrices.

4.2. Producción de lombrices rojas californianas

4.2.1. Cocones de lombrices

El número de cocones de los diferentes tratamientos está relacionado con la humedad del sustrato, suavidad, en el cuadro N° 01 se muestra en análisis de varianza de cocones por tratamiento en una muestra de 250g de sustrato.

Cuadro N° 01 Análisis de varianza cocones de lombrices por tratamiento.

Fuente de variabilidad	GL.	SC.	CM.	FC.	F. Tabulada	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,67	0,33	0,03 ^{ns}	5,14	10,92
Tratamiento	3	2031,33	677,11	62,82 ^{**}	4,76	9,78
Error	6	64,67	10,78			
Total	11	2096,67				

CV: 11,19%

Sx=1,90

Los resultados respecto al número de cocones, no existe significación estadística para la fuente de variabilidad de bloques y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,19% y la desviación estándar (Sx) 1,90

Cuadro N° 02 Prueba de significación de Duncan de cocones por tratamiento en una muestra de 250g.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (N°)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1°	T1	38,67	a	a
2°	T3	37,67	a	a
3°	T2	34	a	a
4°	T0	7	b	b

X= 29,34

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde los tratamientos T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC), T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC), T3 (lombrices

alimentadas con EG +RVC), estadísticamente son iguales superando al único tratamiento testigo alimentadas con tierra agrícola natural.

Los tratamientos que tuvieron mayor número de cocones en una muestra de 250g. Son el T1 (38,67) y T3 (37,67) cocones. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 7 cocones.

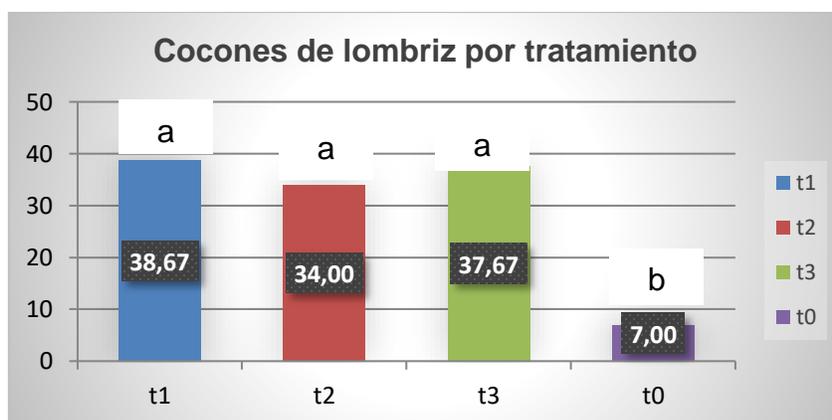


Figura N° 02 Número de cocones por tratamiento en una muestra de 250g. De sustrato.

El T1 (EV+RVC), con 38,67 es el alimento con mayor número de cocones, seguida por los tratamientos: T3 (EG+RVC) con 37,37 cocones, T2 (EG+RVC) con 34 cocones y el T0 (Tierra agrícola) con 7, es el alimento con menor contenido de cocones.

4.2.2. Lombrices adultas (edad reproductiva) en 250g de sustrato.

El número de lombrices adultas (edad reproductiva) depende de las características del sustrato elaborado (humedad, finura) del sustrato, en el cuadro N° 03 se muestra el análisis de varianza de lombrices adultas por tratamiento en una muestra de 250g. De sustrato.

Cuadro N° 03 Análisis de varianza de lombrices adultas en una muestra de 250g. por tratamiento.

Fuente de variabilidad	GL.	SC.	CM.	FC.	F.Tabulada	
					0,05	0,01
Bloques	2	13,50	6,75	0,86 ^{ns}	5,14	10,92
Tratamiento	3	1800,33	600,11	60,86 ^{**}	4,76	9,78
Error	6	59,17	9,86			
Total	11	1873				

Cv: 11,42%

Sx=1,81

Los resultados respecto al número de lombrices adultas, no existe significación estadística para la fuente de variabilidad de bloques y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,42% y la desviación estándar (Sx) 1,81

Cuadro N° 04 Prueba de significación de Duncan para lombrices adultas por tratamiento.

Orden de merito	tratamiento	Promedio (N°)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1°	T1	45,67	a	a
2°	T2	28,33	b	b
3°	T3	24,67	b	b
4°	T0	11,33	c	c

X= 25,5

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T1 (lombrices alimentadas con

EV +RVC), estadísticamente es diferente a todos los demás tratamientos y los tratamientos T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC) y T3 (lombrices alimentadas con EG +RVC), estadísticamente son iguales superando al único tratamiento testigo.

El tratamiento que tuvo el mayor número de lombrices adultas fue el T1 con 45,67 en una muestra de 250g. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 11,33 lombrices adultas.

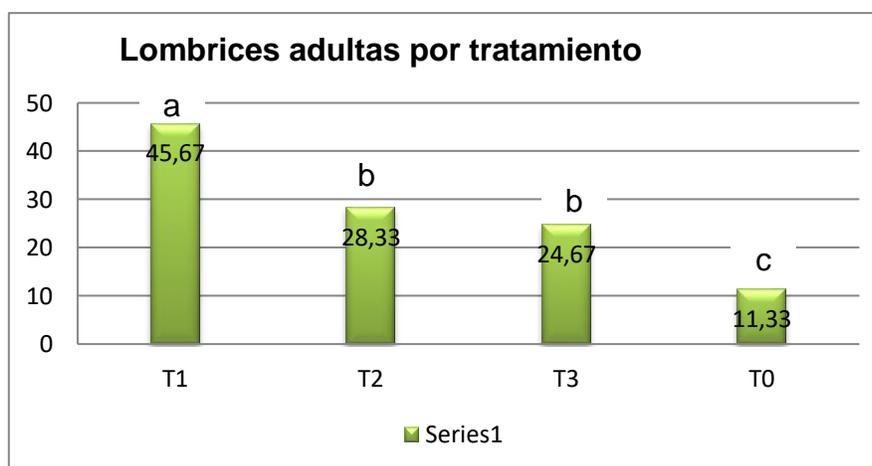


Fig. N° 03 Lombrices adultas en una muestra de 250 g/tratamiento

El T1 (EV+RVC), con 45,67 es el alimento con mayor cantidad de lombrices adultas, seguida por los tratamientos: T2 (EO+RVC) con 28,33 lombrices adultas, T3 (EG+RVC) con 24,67 y el T0 (Tierra agrícola) con 11,33. Es el alimento con menor contenido de lombrices adultas.

4.2.3. Lombrices juveniles

La cantidad de lombrices juveniles por cada tratamiento depende de las características del alimento tanto en humedad, suavidad, y palatabilidad ya que las pequeñas lombrices succionan y se adaptan a éste.

Cuadro N° 05 Análisis de varianza de lombrices juveniles en una muestra de 250g. por tratamiento.

Fuente de variabilidad	GL.	SC.	CM.	FC.	F. Tabulada	
					0,05	0,01
Bloques	2	81,50	40,75	4,00 ^{ns}	5,14	10,92
Tratamiento	3	2325,58	775,19	76,04 ^{**}	4,76	9,78
Error	6	61,17	10,19			
Total	11	2468,25				

Cv: 9,75%

Sx= 1,84

Los resultados respecto al número de lombrices juveniles, no existe significación estadística para la fuente de variabilidad de bloques y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,45% y la desviación estándar (Sx) 1,84

Cuadro N° 06 Prueba de significación de Duncan para lombrices juveniles por tratamiento.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (N°)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1°	T2	46,67	a	a
2°	T1	42,33	a	a
3°	T3	31,33	b	b
4°	T0	10,67	c	c

X= 32,75

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde los tratamientos T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC) y T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC) estadísticamente son iguales. Superando al tratamiento testigo.

El tratamiento que tuvo mayor cantidad lombrices juveniles fue el T2 con 46,67 y el T1 con 42,33 en una muestra de 250g. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 10,67 lombrices juveniles.

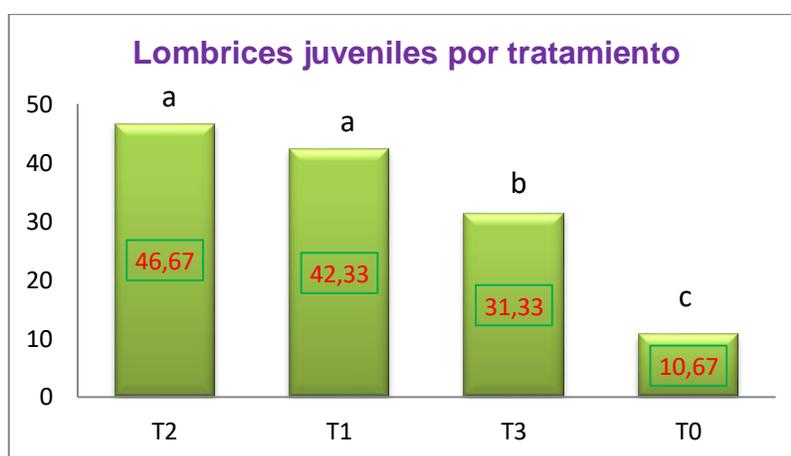


Fig. N° 04 Lombrices juveniles en una muestra de 250 g/tratamiento.

El T2 (EO+RVC), con 46,67 y el T1 (EO+RVC), con 42,33 es el alimento con mayor lombrices juveniles, seguida por los tratamientos: T3 (EG+RVC) con 31,33 lombrices juveniles, y el T0 (Tierra agrícola) con 10,67 es el alimento con menor contenido de lombrices juveniles.

4.2.4. Tamaño de lombriz adulta

Cuadro N° 07 Análisis de varianza del tamaño de lombrices adultas en una muestra de 250g. Por tratamiento.

Fuente de variabilidad	GL.	SC.	CM.	FC.	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	2	0,89	0,45	2,72 ^{ns}	5.14	10.92
Tratamiento	3	10,15	3,38	20,63 ^{**}	4.76	9.78
Error	6	0,98	0,16			
Total	11	12,03				

CV: 7,56%

Sx: 0,23

Los resultados respecto al tamaño de lombrices adultas, no existe significación estadística para la fuente de variabilidad de bloques y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 7,56% y la desviación estándar (Sx) es 0,23

Cuadro N° 08 Prueba de significación de Duncan para tamaño de lombrices adultas por tratamiento.

Orden de mérito.	Tratamiento	Promedio (cm)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1°	T3	6,72	a	a
2°	T1	5,48	b	a
3°	T2	5,06	b	a
4°	T0	4,16	c	a

X= 5,355

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T3 (lombrices alimentadas con EG +RVC) estadísticamente es diferente y supera a los demás tratamientos al nivel de significación 0.05 y al nivel de significación del 0.01 estadísticamente son iguales todos los tratamientos.

El tratamiento T3 ocupó el primer lugar en tamaño de lombrices adultas con 6,72cm. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 4,16cm. De lombrices adultas.

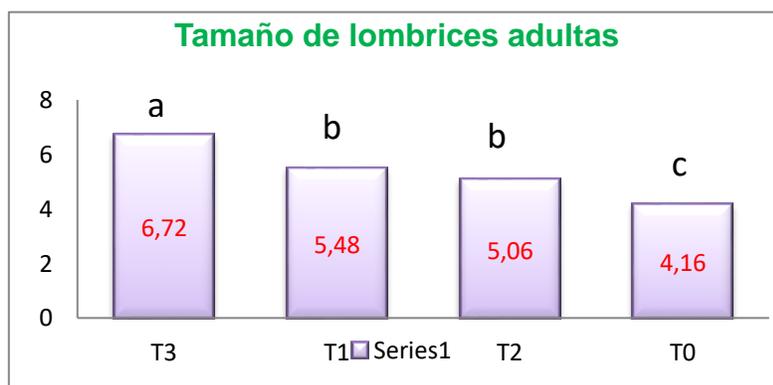


Fig.N°05 Tamaño de lombriz adulta en una muestra de 10 lombrices/tratamiento.

4.2.5. Tamaño de lombriz joven en los diferentes tratamientos

Cuadro N° 09 Análisis de varianza del tamaño de lombrices juveniles por tratamiento.

Fuente de variabilidad	GL.	SC.	CM.	FC.	F. Tabulada	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,68	0,34	2,29 ^{ns}	5,14	10,92
Tratamiento	3	4,50	1,50	10,14 ^{**}	4,76	9,78
Error	6	0,89	0,15			
Total	11	6,07				

CV: 9,69 %

Sx: 0,22

Los resultados respecto al tamaño de lombrices juveniles, no existe significación estadística para la fuente de variabilidad de bloques y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,69% y la desviación estándar (Sx) es 0,22

Cuadro N° 10 Prueba de significación de Duncan para tamaño de lombrices juveniles por tratamiento.

Orden de merito	tratamiento	Promedio (cm)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1°	T3	4,68	a	a
2°	T1	4,43	a	a
3°	T2	3,6	b	a
4°	T0	3,17	b	a

X: 3,97

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T3 (lombrices alimentadas con EG +RVC) y el T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC) estadísticamente son iguales y supera a los demás tratamientos al nivel de significación 0.05 y al nivel de significación del 0.01 estadísticamente son iguales todos los tratamientos.

El tratamiento T3 y T1 ocuparon el primer lugar en tamaño de lombrices juveniles al 0.05 con 4,68cm y 4,43cm. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupo el último lugar con 3,17cm. De lombrices juveniles.

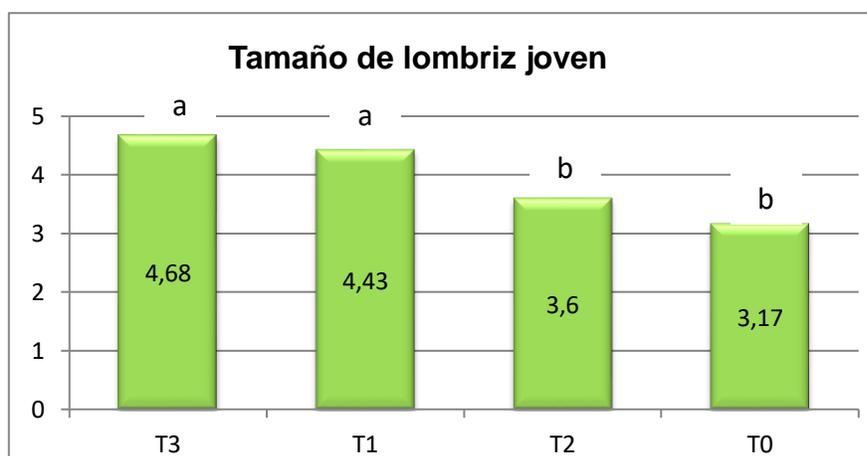


Fig.N°06 Tamaño de lombriz joven en una muestra de 10 lombrices/tratamiento.

4.3. Producción total del humus de lombriz.

Durante la cosecha de humus producido se determinó el rendimiento total en los diferentes tratamientos. El cuadro 11, muestra el rendimiento total de humus producido, residuos de sustrato (no consumido) y la cantidad de humus elaborado.

Cuadro N°11 producción total del humus elaborado.

Tratamientos	Peso inicial del sustrato + suministro de alimento (Kg)	Peso del humus elaborado en Kg.	Residuos (kg).
T1= EV+RVC	13+10	12	3
T2= EO+RVC	13+10	13	3,5
T3= EG+RVC	13+10	14	4
T0= TA	13	13	00

Fuente: elaboración propia trabajo de campo (2018)

En el cuadro N°11 el T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC) es el tratamiento con mayor producción de humus (se logró consumir en su totalidad todo el alimento por las lombrices) con 12 kg. Con desperdicio total de restos vegetales no consumidos de 3kg.

El T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC) la producción de humus de lombriz con 13 kg (el alimento se consumió un 80%). Con desperdicio total de restos vegetales no consumidos de 3,5kg.

El T3 (lombrices alimentadas con EG +RVC) la producción de humus de lombriz con 14 kg. Con desperdicio total de restos vegetales no consumidos de 4kg. Y el último lugar ocupa el T0 lombrices alimentadas con tierra agrícola natural con 13kg es decir el mismo sustrato inicial.

4.4. Características físicas del humus

La coloración del humus producido depende principalmente del tipo de alimento que consuman las lombrices. Las características cualitativas de la coloración y el tiempo de conversión del sustrato a humus se muestran en el cuadro 12 de acuerdo a las escalas establecidas.

Cuadro N°12 colores del humus producido y el tiempo de conversión del sustrato a humus.

Tipo de sustrato	Color Humus	Tiempo de conversión (N° días)
EV+RVC	pardo claro (pc)	3,5 meses
EO+RVC	café oscuro (co),	5 meses
EG+RVC	Pardo (p)	5 meses
Tierra agrícola	Claro	Sigue en proceso

Fuente: elaboración propia trabajo de campo (2018)

Donde:

EV+RVC = estiércol de vacuno + restos vegetales de cocina.

EO+RVC = estiércol de ovino + restos vegetales de cocina.

EG+RVC = estiércol de gallinaza + restos vegetales de cocina.

Como se pudo observar en el cuadro N°12 el estiércol de vacuno + restos vegetales de cocina se logró convertirse en menor tiempo siendo de 3,5 meses.

4.5. Calidad del humus producido

A continuación, se muestra el contenido de nutrientes (nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, carbono orgánico y los valores de pH), en los diferentes lombrihumus elaborado con diferentes niveles de estiércol + restos vegetales de cocina. En el cuadro N°13 se muestra el análisis químico realizado en la UNALAM (Universidad Nacional Agraria la Molina).

Cuadro N°13 Análisis químico del humus producido

Tipo de lombrihumus	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	C	pH
	%	%	%	%	%	%	
EV+RVC	2.16	1.62	2.91	4.17	1.46	37.65	7.88
EO+RVC	1.71	1.48	6.53	3.72	1.65	27.64	8.10
EG+RVC	0.92	1.54	2.26	1.77	0.74	12.36	7.92
TA	0.13	0.00875	0.1780	0.205	0.0950	0.000189	7.11

Fuente: UNALAM "Universidad Nacional Agraria la Molina". (2019)

Donde:

EV+RVC = estiércol de vacuno + restos vegetales de cocina.

EO+RVC = estiércol de ovino + restos vegetales de cocina.

EG+RVC = estiércol de gallinaza + restos vegetales de cocina.

TA = tierra agrícola.

4.5.1. Prueba de significación de Duncan para el contenido de nitrógeno (N) en los diferentes tratamientos del lombrihumus elaborado.

Cuadro N° 14 Prueba de significación de Duncan del contenido de nitrógeno.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1°	T1	2,16	a	a
2°	T2	1,71	b	a
3°	T3	0,92	c	a
4°	T0	0,13	c	a

X=1,23

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC) estadísticamente supera a los demás tratamientos al nivel de significación 0.05 y al nivel de significación del 0.01 estadísticamente son iguales.

El tratamiento T1 y T2 ocuparon el primer lugar en mayor contenido de nitrógeno al 0.05 con 2,16% y 1,71%. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 0,13%. De nitrógeno.

4.5.2. Prueba de significación de Duncan para el contenido de fosforo (P2O5) en los diferentes tratamientos del lombrimus elaborado.

Cuadro N° 15 Prueba de significación de Duncan del contenido de fosforo

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1°	T1	1,62	a	a
2°	T3	1,54	a	a
3°	T2	1,48	ab	a
4°	T0	0,0087	b	a

X=1,16

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC), T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC) y el T3 (lombrices alimentadas con EG +RVC) estadísticamente son iguales al nivel de

significación 0.05 y al nivel de significación del 0.01 estadísticamente son iguales.

El tratamiento T1 y T2 y T3 ocuparon el primer lugar en mayor contenido de fosforo al 0.05 con 1.62%; 1,48% y 1.54%. Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupo el último lugar con 0,0087%. De fosforo.

4.5.3. Prueba de significación de Duncan para el contenido de potasio (K₂O) en los diferentes tratamientos del lombrihumus elaborado.

Cuadro N.º 16 Prueba de significación de Duncan del contenido de K.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1°	T2	6,53	a	a
2°	T1	2,91	b	b
3°	T3	2,26	bc	b
4°	T0	0,178	c	b

X= 2,97

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC), estadísticamente es diferente a los demás tratamientos al nivel de significación 0,05 y al nivel de significación del 0,01 estadísticamente son iguales.

El tratamiento T2 ocupó el primer lugar en mayor contenido de potasio al 0.05 con 6,53%, Superando a los demás tratamientos, el tratamiento testigo (T0) ocupó el último lugar con 0,0087%. De potasio.

4.5.4. Prueba de significación de Duncan para el contenido de calcio (CaO) en los diferentes tratamientos del lombrihumus elaborado.

Cuadro N° 17 Prueba de significación de Duncan del contenido de calcio.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1°	T1	4,17	a	a
2°	T2	3,72	ab	a
3°	T3	1,77	b	a
4°	T0	0,205	c	a

X=2,46

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC), T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC) estadísticamente son iguales al nivel de significación 0,05 y al nivel de significación del 0,01 estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

El tratamiento T1 y T2 ocuparon el primer lugar en mayor contenido de calcio al 0.05 con 4,17% y 3,72% Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 0,205%. De calcio.

4.5.5. Prueba de significación de Duncan para el contenido de magnesio (MgO) en los diferentes tratamientos del lombrihumus elaborado.

Cuadro N° 18. Prueba de significación de Duncan del contenido de magnesio.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1°	T2	1,65	a	a
2°	T1	1,46	a	a
3°	T3	0,74	b	a
4°	T0	0,095	c	a

X=0,98

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T2 (lombrices alimentadas con EO +RVC) y T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC) estadísticamente son iguales al nivel de significación 0,05 y al nivel de significación del 0,01 estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

El tratamiento T2 y T1 ocuparon el primer lugar en mayor contenido de magnesio al 0.05 con 1,65% y 1,46% Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 0,095%. De magnesio.

4.5.6. Prueba de significación de Duncan para el contenido de carbono (C) en los diferentes tratamientos del lombrihumus elaborado.

Cuadro N° 19. Prueba de significación de Duncan del contenido de carbono.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1°	T1	37,65	a	a
2°	T2	27,64	b	a
3°	T3	12,36	c	b
4°	T0	1,89	c	b

X=19,88

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza donde el tratamiento T1 (lombrices alimentadas con EV +RVC) estadísticamente es diferente a los demás tratamientos al nivel de significación 0,05 y al nivel de significación del 0,01 estadísticamente son iguales con el T2.

El tratamiento T1 ocupó el primer lugar en mayor contenido de carbono al 0.05 con 37,65% Superando al tratamiento testigo (T0) quien ocupó el último lugar con 1,89%. De carbono.

4.5.7. Prueba de significación de Duncan para el valor de pH del lombrihumus elaborado.

Cuadro N.º 20 Prueba de significación de Duncan del valor de pH.

Orden de merito	Tratamiento	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1º	T2	8,10	a	a
2º	T3	7,92	ab	a
3º	T1	7,88	ab	a
4º	T0	7,11	ab	a

$X=7,75$

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados obtenidos del Análisis de varianza, donde el tratamiento T2 lombrices alimentadas con estiércol de ovino más restos vegetales de cocina estadísticamente es diferente a los demás tratamientos al nivel de significación 0,05 y al nivel de significación del 0.01 estadísticamente son iguales todos los tratamientos.

El tratamiento T1 ocupó el mayor rango de pH al 0,05 con 8,10 Superando a los demás tratamientos, que se encuentran en un rango de 7,11 al 7,92.

DISCUSIÓN

a. Evolución de la temperatura para el desarrollo de la lombriz roja californiana

Los resultados indicaron que el T0 tienen los valores más bajos de temperatura durante los 5 meses de humificación. Esto se puede atribuir a que el T0 (testigo) solo contenía tierra agrícola por lo que el desarrollo de las lombrices fue menor y no generó el alza de la temperatura. Según Globe (2005) un humus con solo tierra agrícola no provee los residuos orgánicos suficientes a las lombrices en comparación con los estiércoles. Estos resultados indicaron que los estiércoles aumentan la temperatura durante la humificación y así acelerando el proceso de humificación.

b. Estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina (T1), en población de lombrices, cootecas y tamaño de lombrices

Los resultados indicaron que en una muestra de un Kg se obtuvo. Población de lombrices entre adultos y jóvenes sin contar las lombricillas bebés 352. Población de cootecas 154,68 y en tamaño se obtuvo 5,48. Esto se puede atribuir a que el T1 (lombrices alimentadas con estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina) tiene las características singulares del alimento tanto en humedad, suavidad, y palatabilidad, es eficaz, contiene bastante azúcares y las lombrices prefieren eso (son golosas), es por ello que las lombrices lograron desarrollarse eficazmente en todos sus estadios. Por otro lado, Chicaiza (2007), en solo sustrato (humus elaborado a través del estiércol de vacuno) sin adición de restos vegetales de cocina, la población de lombrices fue de 223,33 población de cootecas: 85 y en tamaño obtuvo: 6,71.

Estos resultados indicaron que en la producción de lombrices con estiércol de vacuno mas restos vegetales de cocina es un alimento más provechoso para el su desarrollo.

c. Estiércol de ovino más restos vegetales de cocina (T2), en población de lombrices, cootecas y tamaño de lombrices

Los resultados indicaron que en una muestra de un Kg se obtuvo. Población de lombrices entre adultos y jóvenes sin contar las lombricillas bebés 300, población de cootecas 136 y en tamaño se obtuvo 5,07. Esto se puede ver que coinciden ambos resultados y se puede atribuir que uno de los factores es que se encontraron en la misma altitud temperatura y tipo de alimento como hace mención Chicaiza (2007), en sustrato (humus elaborado a través del estiércol de ovino) las lombrices se desarrollan mejor cuando tienen unas temperaturas optimas de 19 a 20°C con un alimento fácil de descomposición, suave y que tenga una buena palatabilidad para la reproducción, la población de lombrices que obtuvo fue de 223,33. Cootecas: 85 y en tamaño obtuvo: 6,71. Los resultados indicaron que las lombrices alimentadas a base de estiércol de ovino y contando con temperaturas optimas contribuye en su mejor desarrollo y la calidad del humus elaborado.

d. Estiércol de gallinaza más restos vegetales de cocina (T3), en población de lombrices, cootecas y tamaño de lombrices

Los resultados muestran en un Kg de sustrato se obtuvieron. Población de lombrices entre adultos y jóvenes sin contar las lombricillas bebés 224, cootecas 150,68 y en tamaño se obtuvo 6,72. En este tratamiento, T3 (lombrices alimentadas con estiércol de gallinaza más restos vegetales de cocina) por lo general se debe adicionar restos vegetales de cocina ya que contribuiría mejorando la humedad del alimento

(hacerle más suave) por lo que el estiércol de gallinaza es granulado, un poco difícil de descomposición, pero si es rico en calcio. Avilés (2018), el estiércol de gallinaza como alimento debe ser utilizado en proceso largo ya que demora en su descomposición para poder ser aprovechados por las lombrices, en su resultado obtuvo la población de lombrices 134,75; en tamaño: 3,98. Donde se observa en el trabajo realizado con estiércol de gallinaza más restos vegetales supera a la investigación de Aviles.

e. Estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina en la calidad de humus.

Los resultados muestran la composición de N 2,16%, P 1,62%, K 2.91%, Ca 4,17%, Mg 1,46%, El trabajo realizado supera a los valores que obtuvo Chicaiza y se puede atribuir que uno de los factores es que se realizó con estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina esto hace que sea de mejor calidad que el hacer solo con estiércol. Chicaiza (2007), menciona el mejor alimento para las lombrices dentro de todos los estiércoles es el de vacuno ya que es muy suave, y muy apetecible rico en oligoelementos, obteniendo así los valores de N: 1,41 %, P: 0,85%, K: 1,54%. Ca 1,03%, K 0,55%. Los resultados indicaron que el humus de mejor calidad es elaborado a través del estiércol de vacuno mas restos vegetales de cocina.

f. Estiércol de ovino más restos vegetales de cocina (T2). En la calidad de humus.

Los resultados muestran concentraciones de N 1,71%, P 1,48%, K 6,53% C 27,64%, en humus de ovino estos valores son bajos niveles a excepción al C. Debido a que se tuvo ciertas dificultades en el compostaje en la cual que se realizó el lavado de estiércol. Enrique y soto (2017), obtuvieron los valores en la calidad del humus elaborado a través de la ingesta ruminal del vacuno con adición de ovino, obtuvo los valores de N:

2,16 %, P: 2,83%, K: 1,43%, así mismo Chicaiza (2007), obtuvo valores de N 1,33, P 1,03%, K 1,04%, Ca 1,76%, Mg 1,65%, en lo cual se superó a sus resultados obtenidos.

Cando (1996) menciona es su investigación que el estiércol de ovino es un buen alimento y de fácil manejo. Por otro lado, Hernández et al. (2010) aporta que es importante realizar el lavado del estiércol para bajar la conductividad eléctrica del estiércol de oveja y la prueba se realizó según Hernández.

g. Estiércol de gallinaza más restos vegetales de cocina (T3) en la calidad del humus.

Los resultados muestran las concentraciones de N 0,92%, P 1,54%, K 2,26% en el estiércol de gallinaza observamos que presento bajos niveles de nutrientes, debido a que es un alimento un poco difícil de consumirlos por las lombrices (su proceso de descomposición es lento). Ramón (2014) obtuvo las concentraciones de P 1,6, K 2,26, Ca 7,75, Mg 12,71. así mismo Huaynoca (2002), menciona que el menor rendimiento de humus entre los sustratos elaborados a través de estiércoles. Pertenece al sustrato de gallinaza ya que éste pierde humedad en menor tiempo y es un poco dificultoso como alimento por los anélidos. En lo cual concuerda con los resultados.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la investigación determinaron que es posible producir humus de lombriz con diferentes estiércoles más restos vegetales de cocina.

- a. El tratamiento que obtuvo mayor cantidad de cocones con 38,67 fue el T1. así también el T1 en cantidad de lombrices, obtuvo mayor cantidad con un numero de 88 entre adultos y jóvenes sin contar las lombricillas bebés; En tamaño de lombrices el T3 ocupó el primer lugar con 6,72cm. por lo tanto, existe efecto significativo en la producción de lombrices con estiércol de vacuno más restos vegetales de cocina.
- b. El tratamiento de mejor calidad fue el T1 lombrices alimentadas con estiércol de vacuno + restos vegetales de cocina su composición fue de N 2,16% P₂O₅ 1,62%, K₂O 2,91%, CaO 4,17%, MgO 1,16%, C 37,65% pH 7,88. Segundo lugar lo ocupó el T2 (lombrices alimentadas con estiércol de ovino + restos vegetales de cocina). por lo tanto, existe efecto significativo en la calidad del humus producido con estiércol vacuno más restos vegetales de cocina.
- c. Las características físicas del humus elaborado presentaron colores siguientes: T1 pardo claro, T2 café oscuro, T3 pardo, T0 claro. En el tiempo de conversión de sustrato a humus, es el tratamiento que logro convertirse a humus en menor tiempo 3,5 meses.

VI. RECOMENDACIONES

- a.** Se recomienda realizar investigaciones sobre la producción de humus empleando otros tipos de estiércoles y materiales vegetales de la zona de estudio.
- b.** Se recomienda elaborar humus de lombriz con estiércol de vacuno más restos vegetales por su fácil manejo, mejor y calidad.
- c.** Se aconseja realizar estudios para la obtención de harina y elaboración de alimentos balanceados.
- d.** Para disminuir costos en la producción del humus, se sugiere la utilización de un solo sustrato (estiércol de vacuno).

LITERATURA CITADA

- Agenjo, C. et al. 1950. Enciclopedia de avicultura, introducción histórica. Madrid, España. Epasa-Calpe, S.A. 421-422pp.
- Aviles, G. 2018. Evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentados con estiércol bovino, pollinaza y compost. Babahoyo –los ríos - Ecuador.
- Mendoza, L. 2008. Manual de lombricultura (en línea). Tuxtla Gutiérrez, Mx. Cecytech. Consultado 15 dic. 2017. PDF. Disponible en <http://www.enlaceambiental.org>
- Arella, J. 1996. Lombrices californianas (en línea). Buenos Aires- Argentina. Consultado 20 dic. 2017. Disponible en <http://www.altavista.digital.com/lombricultura>.
- Barbado, J. 2004. Cría de Lombrices. Editorial ALBATROS SACI. Buenos Aires, Argentina. 124 p.
- Buxade, C. 2001. Manual de Lombricultura. México. Mundi Prensa México. P 39.
- Bollo E. 1999. Lombricultura una Alternativa de Reciclaje. México, D.F. 149 p.
- Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017. Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, Montreal. 52 pp
- Cabrera, I.D. 1988. La Lombriz de Tierra. Managua y Artemisa-Cuba. 9-71p.
- Cajas, S. 2009. Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol de bobino en la producción de humus de lombriz. Ecuador. 8pp.

- Cando, M. 1996. La crianza de lombriz roja. Quito, Ecuador. 56-62p.
- Cárdenas, M. 2003. Abonos orgánicos procesados alternativa para la producción de pepino en organopónico Tesis de ingeniero agrónomo. Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila. 37pp.
- Chacón, G. 2000. Manual de lombricultura Quito, fundación desde el surco.
- Chicaiza, J.P. 2007. Producción de lombriz roja californiana y lombrihumus con estiércol de vaca cabra cerdo y caballo, Zamorano Honduras. 19p.
- Compagnoni, y Putzolu L. 1983. Cría moderna de lombrices, el abono más económico, rentable y Eficaz. Barcelona. Editorial de Vecchi S.A.
- Deffis A. 1992. La Basura es la Solución. México. Editorial. Concepto. 278 p.
- Díaz. E. 2006. Lombricultura una alternativa de producción (en línea). La Rioja, Ar. Consultado 18 de dic. 2017. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>
- Emison, J. 2000. Compost (en línea) consultado el 20 de dic. 2017. Disponible en <http://personal.iddeo.es/plantas/compost.htm>
- Estrada, M. 2005. Manejo y Procesamiento de la Gallinaza. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias de la Corporación Universitaria (en línea) La Sallista. Consultado el 09 de febrero 2018. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>.
- Inversanet, A. 2016. Ciclo biológico y desarrollo de la Eisenia foetida lombriz roja (en línea) consultado el 19 de dic. 2017. Disponible en: <https://inversanet.wordpress.com>.
- Fajardo V. 2002. Manual Agropecuario. Bogotá, Colombia: Edit. 481-502p.

- Ferruzzi, C. 1994. Manual de lombricultura. Ediciones MUNDI-PRENSA. España. 138 p.
- García, L.L. 2008. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y pecuarias. Celaya .México, 14p
- Guadarrama, SM Taboada, O. 2004. La lombricultura, una Propuesta al Medio Rural del Primer Congreso Internacional.
- Guerrero, J. 1993. Abonos Orgánicos. Editorial Quiroz. Lima-Perú. 9-71pp
- Huaynoca, R. 2002. Evaluación y Producción de Humus de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetia*), Bajo Seis Sustratos alimenticios. La Paz-Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 110 pp
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2002. Curso de lombricultura (en línea) Buenos Aires, Argentina, Consultado el 18 de diciembre de 2017. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/procadis/info/documentos/cursolombricultura1-10.pdf>
- Martinez, C.C 2003. Manual práctico de lombricultura, Editorial Pueblo y Educación.
- Meinicke, A. 1988. Las Lombrices. Montevideo-Uruguay, ediciones Agropecuaria, 135-157 pp
- Mendoza, L. 2008. Manual de Lombricultura (en línea). Tuxtla Gutiérrez, Mx. Cecytech Consultado el 15 dic. 2017. Pdf. Disponible en <http://www.enlaceambiental.org>
- Montserrat P. 2015. La lombriz, cuidadora de los pastos en artículo 5-9.pp

- Narváez, M. (2013) características físicas del humus de lombriz (en línea) consultado el 12 noviembre 2018 disponible en <http://feriasaraucania.cl/userfiles/file/humus.pdf>
- Ochoa, J. 2003. Beneficios que Ofrece el Humus de lombriz a los Cultivos de Manzana. (Correo electrónico). Pinuela.
- Pati, A. 2002. Determinación de la Calidad de Humus de Lombriz (*Eisenia foetia*), Elaborado a Partir de Residuos Sólidos Urbanos. Lic. Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 135 pp
- Pineda, R. 1994. Lombricultura. Piura-Perú, edición CIPCA. 1-61p.
- Pinus. J. 2011 impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de américa.19-25pp
- Rodríguez, F. 1982. Fertilizantes Nutrición Vegetal. Ed. AGT, SA. México. 33-88pp.
- Sánchez, C. 2003. Abonos Orgánicos y Lombricultura. Lima-Perú, edición RIPALME. 77-134pp.
- Sánchez, M. 2016. Propiedades del estiércol de vacuno en artículo 3-4pp
- Sanso, C. 1999. Tecnologías para el Manejo de Cuencas. Artículo consultado en línea 20 diciembre 2017 <http://www.lombrices rojas.com.ar>.
- Simpson, K. 1991. Abonos y estiércoles. Trad. M Ramis Vergés. Zaragoza, ES, Acribia. 273 p.
- Torres, C. 2000. Lombricultura Microemprendimiento Productivo. (En línea).Costa R. consultado el 21 de diciembre del 2017. Disponible en lombricar@hotmail.com

Valdivia, J. 1995. Sica Sica, Curso Práctico de Lombricultura. Seguridad Alimentaría, 1-18 pp.

Velásquez, L.; Delgado, M.J.; Herrera, C.; Ibáñez, I.1985. Estudio preliminar de la utilización de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en nutrición de broilers. Univ. Católica de Chile, 12p.

Villarroel, J.A.1996.Manual práctico para la interpretación de análisis de laboratorio de suelos. AGRUCO.Cochabamba.34pp

Anexos



Anexo 01 Nivelación del terreno



Anexo 02 Instalación de las cunas.



Anexo 03 Incorporación de estiércol



Anexo 04 siembra de lombrices.



Anexo 05. monitoreo de la temperatura



Anexo 06. Cosecha de cootecas de lombrices



Anexo 07a y 07b. cosecha de lombrices, humus y visualizamos de las características físicas.