



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE ZOOTECNIA**

**“POTENCIAL PRODUCTIVO DE LA LOMBRIZ ROJA (*Eisenia foetida*) EN LA DINAMIZACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTOR: MADELAYNE GABRIELA BARBA LEON**

**DIRECTOR: DR. MARCELO EDUARDO MOSCOSO GÓMEZ, Ph. D.**

Riobamba- Ecuador

2021

**© 2021, Madelayne Gabriela Barba Leon**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Madelayne Gabriela Barba Leon, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de agosto de 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gabriela B.', with a stylized flourish at the end.

**Madelayne Gabriela Barba Leon**

**CI: 060519780-5**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación Bibliográfico. **“POTENCIAL PRODUCTIVO DE LA LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) EN LA DINAMIZACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS”**, realizado por la señorita: **MADELAYNE GABRIELA BARBA LEON**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Diana Loroña MsC.

\_\_\_\_\_

2021/08/10

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Dr. Marcelo Eduardo Moscoso

Gómez, Ph. D.

2021/08/10

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

\_\_\_\_\_

**DE TITULACIÓN**

Dr. Wilson Oñate Viteri, Ph. D.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

2021/08/10

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios por brindarme fortaleza, valentía y ganas de seguir adelante a pesar de las circunstancias. A mis padres porque siempre han estado ahí, pendientes de cada paso que doy, porque me apoyaron y me apoyan en cada cosa que me propongo hacer. A mis amigos porque me han acompañado en los momentos buenos y malos, porque me brindaron su mano cuando más los necesitaba y compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias, permitiéndome mejorar tanto a nivel personal como estudiantil.

Gabriela.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y su inmenso amor hacia todos los seres humanos, porque de una u otra forma se hace presente y nos permite cumplir nuestros sueños. A mi familia, principalmente a mis padres, Graciela Leon y Marcelo Barba quienes han sido mi guía y mi apoyo durante este largo caminar. Sin estos pilares fundamentales nada de esto fuera posible. Como no agradecer a mis maestros que con su inmensa paciencia me supieron encaminar y me enseñaron todo lo que hoy en día se, siempre esforzándose y buscando nuevas formas de impartir sus cátedras. Al Dr. Marcelo Moscoso que siempre me impulso a seguir adelante, a buscar cosas nuevas y enfrentarme sin temor a las adversidades. A mi otra familia, mis amigos, el camino fue duro, pero con ellos se aligero, fue más sencillo sobrellevar los problemas que se presentaban junto a risas, enojos, alegrías y tristezas. A esta querida institución en la cual conocí personas maravillosas que marcaron y siguen marcando mi vida, que me dieron ánimos en los momentos difíciles y confiaron en mí y en mis capacidades, quienes compartieron conmigo sus experiencias y me ayudaron a ser mejor, enseñándome que, a pesar de las dificultades y el miedo, debo perseguir mis sueños.

Gabriela.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO 1

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>3</b>
1.1 <b>Características Generales de la Lombriz .....</b>	<b>3</b>
1.1.1 <i>Origen</i> .....	3
1.1.2 <i>Evolución</i> .....	3
1.1.3 <i>Clasificación Taxonómica de la Lombriz</i> .....	4
1.1.4 <i>Principales Características de la Lombriz</i> .....	4
1.1.5 <i>Condiciones para el Desarrollo de las Lombrices</i> .....	4
1.1.5.1 <i>Estructura del Sustrato</i> .....	5
1.1.5.2 <i>Temperatura</i> .....	5
1.1.5.3 <i>Humedad</i> .....	5
1.1.5.4 <i>pH</i> .....	5
1.1.5.5 <i>Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)</i> .....	5
1.1.6 <i>Anatomía y Fisiología de la Lombriz</i> .....	6

1.1.6.1	<i>Pared del Cuerpo</i> .....	7
1.1.6.2	<i>Aparato Circulatorio</i> .....	8
1.1.6.3	<i>Sistema Respiratorio</i> .....	8
1.1.6.4	<i>Sistema Nervioso</i> .....	8
1.1.6.5	<i>Sistema Digestivo</i> .....	8
1.1.6.6	<i>Sistema Excretor</i> .....	8
1.1.6.7	<i>Sistema Reproductor</i> .....	9
1.2	<b>Humus o Vermicompost</b> .....	9
1.2.1	<b><i>Características y composición del humus</i></b> .....	9
1.2.2	<b><i>Residuos utilizados en lombricultura</i></b> .....	10
1.2.2.1	<i>Estiércol bovino</i> .....	10
1.2.2.2	<i>Estiércol equino</i> .....	11
1.2.2.3	<i>Estiércol caprino</i> .....	11
1.2.2.4	<i>Estiércol ovino</i> .....	11
1.2.2.5	<i>Gallinaza</i> .....	11
1.2.2.6	<i>Estiércol porcino</i> .....	11
1.2.2.7	<i>Estiércol de cuyes y conejos</i> .....	11
1.3	<b>La Lombricultura</b> .....	13
1.3.1	<b><i>Importancia de la Lombricultura en los Sistemas de Producción Animal</i></b> .....	13
1.3.2	<b><i>Beneficios del Humus</i></b> .....	13
1.3.2.1	<i>A nivel físico</i> .....	13
1.3.2.2	<i>A nivel químico</i> .....	14
1.3.2.3	<i>A nivel biológico</i> .....	14

## CAPÍTULO 2

<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	16
2.1	<b>Búsqueda Bibliográfica</b> .....	16
2.1.1	<i>Plataformas digitales, científicas</i> .....	16
2.2	<b>Criterios de Selección</b> .....	16
2.3	<b>Métodos para Sistematización de la Información</b> .....	17

## CAPÍTULO 3

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>18</b>
3.1	<b>Parámetros Reproductivos</b> .....	18
3.2	<b>Parámetros Productivos</b> .....	24
3.3	<b>Análisis beneficio/costo</b> .....	31
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>34</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>35</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>37</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación Taxonómica de la Lombriz.....	4
<b>Tabla 2-1:</b>	Características de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> .....	4
<b>Tabla 3-1:</b>	Relación C/N del estiércol.....	6
<b>Tabla 4-1:</b>	Composición química del humus de lombriz.....	10
<b>Tabla 5-1:</b>	Riqueza nutricional del estiércol.....	12
<b>Tabla 6-1:</b>	Valor nutricional de distintos estiércoles.....	12
<b>Tabla 7-1:</b>	Composición de la bovinaza en diferentes periodos de maduración.....	12
<b>Tabla 8-1:</b>	Composición de la cuyinaza en diferentes periodos de maduración.....	13
<b>Tabla 9-3:</b>	Parámetros reproductivos de la lombriz alimentada con estiércol.....	19
<b>Tabla 10-3:</b>	Parámetros productivos.....	25
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de los costos.....	33

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Anatomía de la lombriz .....	7
<b>Gráfico 2-3:</b>	N° de lombrices/m <sup>3</sup> a los 75 días. ....	18
<b>Gráfico 3-3:</b>	N° de lombrices/m <sup>3</sup> a los 120 días.....	20
<b>Gráfico 4-3:</b>	N° de lombrices adultas/m <sup>2</sup> .....	21
<b>Gráfico 5-3:</b>	N° de lombrices jóvenes/m <sup>2</sup> .....	22
<b>Gráfico 6-3:</b>	N° de cocones/m <sup>3</sup> a los 75 días. ....	23
<b>Gráfico 7-3:</b>	N° de cocones/m <sup>3</sup> a los 90 y 120 días.....	23
<b>Gráfico 8-3:</b>	Peso de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> a los 90 días, g. ....	24
<b>Gráfico 9-3:</b>	Longitud de la lombriz a los 120 días, cm. ....	26
<b>Gráfico 10-3:</b>	Tiempo de conversión sustrato/ humus, días .....	26
<b>Gráfico 11-3:</b>	Cantidad de humus, kg/m <sup>2</sup> .....	27
<b>Gráfico 12-3:</b>	Conversión materia orgánica/humus, % .....	28
<b>Gráfico 13-3:</b>	pH del humus de lombriz.....	29
<b>Gráfico 14-3:</b>	Cantidad de nitrógeno presente en el humus, % .....	30
<b>Gráfico 15-3:</b>	Contenido de fósforo presente en el humus, % .....	30
<b>Gráfico 16-3:</b>	Contenido de potasio presente en el humus, % .....	31
<b>Gráfico 17-3:</b>	Análisis del beneficio/ costo de la producción de humus de lombriz.....	32

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar la información técnica en las redes académicas sobre la lombricultura y las oportunidades que ofrece su explotación para la dinamización de un agroecosistema pecuario, para lo cual se recopiló información de los repositorios de las diferentes universidades en Latinoamérica, además se consideraron revistas de interés científico con la finalidad de tener suficiente información que nos permita profundizar en el tema, las investigaciones que mayormente contribuyeron con este trabajo fueron las de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo así como las de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Universidad Técnica Estatal de Quevedo y las de la Universidad Técnica de Babahoyo. Se trabajó con estudios realizados con estiércol bovino, cuyinaza, ovinaza, pollinaza y porquinaza obteniéndose los mejores resultados con el estiércol bovino, cerca de 12500 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup> a los 120 días y 14028 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup> con la inclusión de actinomicetos, por otro lado, la calidad del humus producido va estar en estrecha relación con el alimento suministrados a los animales del que se obtiene el estiércol, siendo así la bovinaza la que presenta el mejor equilibrio de nutrientes, adicional a esto presenta buena palatabilidad y es fácilmente asimilable por las lombrices por lo que se obtuvo la mayor cantidad de humus 60kg/m<sup>2</sup>. Con todos los sustratos utilizados se pudo obtener un beneficio/costo positivo, a excepción de la bovinaza de 6 meses de maduración, aunque la cuyinaza y pollinaza presentaron los valores positivos más bajos resultado del reducido contenido de humus, lo que se reflejó en los costos. Se concluye finalmente que el humus hecho con estiércol bovino presenta las mejores características tanto en calidad como en cantidad, por lo que se recomienda utilizar este sustrato para la elaboración de humus siempre tomando en cuenta los requerimientos del suelo.

**Palabras clave:** <LOMBRICULTURA>, <LOMBRIZ (*Eisenia foetida*)>, <ESTIÉRCOL>, <HUMUS>, <EQUILIBRIO NUTRICIONAL>



31/03/2021

0897-DBRAI-UTP-2021

## ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the technical information in academic networks on vermiculture and the opportunities offered by its production for livestock agroecosystem revitalization; therefore, data was collected from different repositories of universities in Latin America and scientific journals to obtain enough information that allows us to continue studying it in depth. Many of the studies used in this work were from Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, and Universidad Técnica de Babahoyo. Waste products (cattle, guinea pig, sheep, poultry, and swine manure) were used, obtaining the best results with cattle manure (12,500 young earthworms/m<sup>2</sup> at 120 days and 14,028 young earthworms/m<sup>2</sup> with the addition of actinomycetes). On the other hand, the quality of humus produced will be closely related to the food supplied to the animals from which the manure is obtained. Cattle manure presents the best balance of nutrients. Besides, it has good palatability, and it is easy to be assimilated by worms, obtaining the highest amount of humus (60kg/m<sup>2</sup>). A positive cost/benefit ratio was attained with the substrates used in this study, but cattle manure with six months maturity. Guinea pig and poultry manure showed the lowest positive values because of the reduced humus content, which was reflected in costs. It is concluded that humus made from cattle manure shows the best characteristics both in quantity and quality. Therefore, it is recommended to use this substrate to produce humus, always considering the soil requirements.

**Keywords:** <VERMICULTURE>, <EARTHWORM (*Eisenia foetida*) >, <MANURE>, <HUMUS>, <NUTRITIONAL BALANCE >

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción agropecuaria se enfrenta a un gran reto, fortalecer el desarrollo socioeconómico de la población, siempre tomando en cuenta el equilibrio ambiental y el uso sostenible de los recursos, por esta razón se ha desarrollado la tendencia de la producción agropecuaria sustentable (equilibrio entre lo económico, social y ambiental), evitando así la corriente proporcionada por la “revolución verde” por eso se promueve el uso eficiente de los recursos a través de la aplicación de fertilizantes orgánicos para así no comprometer su disponibilidad para generaciones futuras (altruismo ecológico).

En la dinámica productiva los productores agropecuarios y artesanos generan residuos orgánicos como residuos agrícolas, estiércol bovino, porcino, avícola, desperdicios de cocina, aserrín, entre otros, mismos que podrían ser utilizados para producir abonos orgánicos, contribuyendo con la salud del suelo y quitando parte de la problemática ambiental que estos desechos representan para el medio ambiente por su acumulación sostenida, (Limachi, 2018, p.1129). El futuro de las actividades agrícolas y ganaderas está estrechamente ligado al fortalecimiento de las prácticas sustentables y sostenibles en el sector agropecuario, (Palaquibay, 2019, p.15).

La lombricultura o también denominada vermicultura, es una actividad agropecuaria que consiste en la crianza técnica de lombrices con la finalidad de producir humus, el cual es un abono netamente orgánico y por tanto amigable con el medio ambiente. Existe una gran variedad de lombrices sin embargo la más utilizada es la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), esto se debe a tres aspectos, su alta voracidad, en ambientes propicios, ingiere diariamente un gramo de residuos orgánicos, de los cuales 60% se convierte en abono. Soporta muy bien el variable cambio climático, puede sobrevivir en temperaturas de 4 a 40°C, sin embargo, en estos rangos térmicos las funciones se ralentizan, (Jaramillo y Muñoz, 2018, p.20).

Adicional a esto Castañeda, (2018, p.22) indica que estas lombrices poseen una alta tasa de reproducción, llegando a reproducirse a 1300 lombrices al año. Los productores agropecuarios tienen a su disposición grandes cantidades de residuos orgánicos que constituyen el sustrato ideal para el desarrollo de las lombrices, puesto que contienen los nutrientes necesarios para una óptima producción de humus, contribuyendo positivamente con la economía del productor y al enriquecimiento del suelo, coadyuvando al desarrollo sostenido de los recursos naturales.

Las lombrices tienen la capacidad de transformar los minerales no asimilables presentes en los desechos animales en nitratos y fosfatos fácilmente asimilables por las plantas. El humus de lombriz

es inodoro, no se pudre, no se fermenta, es de acción prolongada y de económica producción, ya que no requiere de mucho espacio ni infraestructura para su elaboración, (Macz, 2013, p.11). El humus incorpora aproximadamente un 70% de macro elementos nutritivos para las plantas, además favorece la aireación del suelo y es óptimo para todo tipo de plantas debido a su pH neutro, permitiendo obtener mayores rendimientos en la producción, (Mamani, 2016, p.13).

La lombricultura es una actividad que resulta bastante eficaz al momento de tratar los residuos pecuarios que diariamente se producen en las granjas, puesto que la lombriz *Eisenia foetida* es capaz de aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos y generar humus de excelente calidad que enriquecerá el suelo y por consiguiente se obtendrán pastos más nutritivos, que suplan los requerimientos nutricionales de los animales. Por este motivo se ha planteado realizar esta investigación bibliográfica con la finalidad de analizar la información técnica en las redes académicas sobre la lombricultura y las oportunidades que ofrece su explotación para la dinamización de un agroecosistema pecuario, además tiene como objetivos específicos:

Conocer los parámetros reproductivos de la lombriz *Eisenia foetida* alimentada con diferentes estiércoles animales, revisar la información científica en referencia a las respuestas que se dan en el estiércol animal usado para la lombricultura y que se traducen en la composición química del humus y analizar la rentabilidad que tendría el establecimiento de un programa de reciclaje a través de la lombricultura en un sistema de producción pecuario.

## CAPÍTULO 1

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1 Características Generales de la Lombriz

##### 1.1.1 Origen

Las lombrices son uno de los seres vivos con mayor éxito adaptativo. Su origen se sitúa en el precámbrico, hace 700 millones de años. Existe un gran número de familias, especies y subespecies que han ido ocupando mares, lechos lodosos de lagunas y las capas superiores de casi todos los suelos del planeta, (López, et al., 2019, p.1713).

En 1837 Charles Darwin se interesó por este anélido, lo estudio y en 1881 escribió el libro “La formación del manto vegetal por acción de las lombrices.” Desde entonces el interés se ha ido incrementando, los estadounidenses fueron los primeros en explotarlas, las utilizaban como carnada de pesca. En 1947, en California, Hugh Carter comenzó la crianza de lombrices con fines comerciales en un ataúd, su intenso trabajo con la Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) lo llevó a establecer las principales pautas de manejo y beneficio, (Sánchez, 2017, p.11).

Los europeos por su parte, aprovecharon el estiércol y los residuos de materia orgánica para la obtención de carne y humus de lombriz. Los árabes las utilizaban para la recuperación del suelo, y en Latinoamérica, en países como Brasil, Perú, Ecuador, Chile y Colombia, son utilizadas para la producción de humus, (Compagnoni, y Putzole, 2018, p.6).

##### 1.1.2 Evolución

Según Ravera y de Sanzo (1999) expuesto por Mamani, (2016, p.19) dice que los gusanos de tierra pueden dividirse en 3 grupos desde el punto de vista ecológico:

En primera instancia se encuentran las epigeas, lombrices que viven en la superficie del suelo, expuestas al frío, incendios, depredaciones, escasez de comida, por esta razón fueron obligadas a desarrollar una serie de adaptaciones que les permitan sobrevivir, una alta tasa de reproducción para compensar las pérdidas poblacionales, buen apetito para aprovechar al máximo las ocasionales fuentes de su alimento (hojas secas, estiércol), capullos resistentes capaces de preservar los huevos del desecamiento. Estas lombrices son denominadas anécicas y a este grupo pertenece la lombriz roja californiana, misma que resultó tan productiva en cautiverio debido a las cualidades ya mencionadas. Por otra parte, tenemos las endógenas que viven en capas más profundas del suelo y se alimentan de este y de la materia orgánica que se encuentra en él. Pueden ser polihúmicas, mesohúmicas y oligohúmicas acorde a la concentración de materia orgánica que hay en el suelo.

### 1.1.3 Clasificación Taxonómica de la Lombriz

A continuación, en la tabla 1-1 se detalla la clasificación taxonómica de este invertebrado.

**Tabla 1-1:** Clasificación Taxonómica de la Lombriz

Clasificación taxonómica de la lombriz	
Reino	Animal
Subreino	Eumetazoa
Filo	Annelida
Clase	Oligochaeta
Orden	Haplotaxida
Familia	Lumbricidae
Genero	Eisenia
Especie	Foetida
Nombre científico	<i>Eisenia foetida</i>

**Fuente:** Cruz, 2019, p.31

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

### 1.1.4 Principales Características de la Lombriz

En la tabla 2-1 se pueden observar las principales características de este anélido.

**Tabla 2-1.** Características de la lombriz *Eisenia foetida*

<i>Eisenia foetida</i>	
Tamaño	4- 8cm
Peso medio adulto	0,55 g
Cópula	Cada 7 días a partir de los 90 días
Tiempo de maduración	28- 30 días
Viabilidad de la eclosión	73%- 80%
Descendientes por capullo	2,5- 3,8
Ciclo de vida óptimo	45-51 días

**Fuente:** Domínguez y Gómez (2010) citado por Sánchez (2017, p.10)

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

### 1.1.5 Condiciones para el Desarrollo de las Lombrices

Los parámetros óptimos para el desarrollo de la lombriz roja se detallan a continuación:

#### *1.1.5.1 Estructura del Sustrato.*

Se debe asegurar que el sustrato a utilizar permita el desplazamiento de las lombrices, drenaje del agua y la circulación del oxígeno. La buena aireación es importante pues las lombrices requieren concentraciones de oxígeno comprendidas entre los 55 a 65%. Los residuos que no permiten una correcta difusión del aire deben ser acondicionados mezclándolos con otro tipo de residuos estructurantes que permitan brindarles un ambiente óptimo a las lombrices, (Sánchez, 2017, p.7).

#### *1.1.5.2 Temperatura.*

La temperatura apropiada esta entre los 25- 28°C, sin embargo, logran sobrevivir en ambientes a 31°C, pero si se exponen a este rango térmico desde el nacimiento, se inhibiría su crecimiento. En cuanto a temperaturas mínimas soportan los 10°C, incluso temperaturas bajo cero, pero la puesta se va a ver afectada, (Sánchez, 2017, p.7).

#### *1.1.5.3 Humedad.*

Con la finalidad de facilitar la ingestión de alimento y deslizamiento de la lombriz la humedad debe estar entre 80 a 85%. El estancamiento producirá la rápida descomposición de los residuos utilizados debido a la fermentación anaerobia que causaría la muerte de la lombriz. Por esta razón el sustrato o alimento usado debe presentarse húmedo y poroso, no compacto ni anegado, (Mayorga y Urey, 2015, p.18).

#### *1.1.5.4 pH.*

El pH está dado por la temperatura y humedad, la lombriz tolera muy bien rangos de pH de 5 a 8.4, pero lo óptimo, es cercano a la neutralidad. Si el pH es ácido la lombriz entra en un estado de dormición, esto puede corregirse aplicando carbonato de calcio (cal), por otro lado, si el pH es alto se puede mezclar el sustrato antes de que este precompostado con papel picado con la finalidad de que el pH del alimento se encuentre entre 7,5 a 8, favoreciendo así el desarrollo y producción de humus por parte de la lombriz, (Garavito et al., 2012, p.3).

#### *1.1.5.5 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).*

La relación Carbono/Nitrógeno es un valor numérico que determina la proporción de Carbono/Nitrógeno que podemos encontrar en un suelo. El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos. La relación C/N se utiliza para medir la biomasa y la evolución de la materia orgánica en los estudios de fertilidad del suelo, (Romero, 1999, p.30).

El nitrógeno es asimilado en una cantidad determinada por la biomasa microbiana, lo cual depende de la relación C/N. Específicamente, la cantidad de N requerida por los microorganismos es 20 veces menor que la de C. Si hay una concentración baja de compuestos de C fácilmente degradables y una cantidad de N mayor, con respecto a la requerida por la biomasa microbiana habrá una mineralización

netas de N con liberación de N inorgánico disponible para las plantas. Asimismo, la relación C/N es un parámetro que indica cuando la degradación de la materia orgánica se ha estabilizado (Cantú y Yanez, 2018, p.126).

La relación óptima está en torno a 25. Esto se lo puede lograr mezclando proporcionalmente plantas frescas y verdes, materiales y restos orgánicos acuosos, con materias orgánicas leñosas y secas, como paja triturada, restos de poda y hojas secas, (Sánchez, 2017, p.8). Si esta relación es superior a 40 la actividad biológica disminuirá debido a que los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono, deteniendo o retrasando el proceso ya que no disponen de suficiente nitrógeno, necesario para la síntesis proteica, (Sánchez, 2017, p.8).

**Tabla 3-1.** Relación C/N del estiércol

	Bovinaza	Ovinaza	Equinaza	Gallinaza	Cuyinaza	Cerdaza
Relación C/N	15	18	25	14	8	9,8

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

Para incrementar la relación C/N se debe añadir materia rica en carbono como la chala de maíz a cada uno de los compost, en caso del estiércol bovino la adición de este elemento resulta favorable pues se logra obtener una relación C/N de 25, (Escobar et al., 2012, p.393).

Ribeiro menciona que la relación C/N proporciona información acerca del grado de mineralización de la materia orgánica, en este sentido en suelos agrícolas cultivados con maíz presentaron una relación C/N de 10, mientras que en suelos a los que se les adicionó composta la relación C/N fue de 9. Shunfeng et al. reportan que dicha relación determina la calidad del suelo; sin embargo, es importante aplicar residuos que mejoren el nivel de C orgánico para incrementar la degradación de la MO que permita la mineralización. Fuentes considera que un índice de la relación C/N entre 10 y 12 es normal respecto a la liberación de nitrógeno y significa que existe un balance de inmovilización/mineralización del nitrógeno, (Soto et al., 2016, p.99).

### ***1.1.6 Anatomía y Fisiología de la Lombriz***

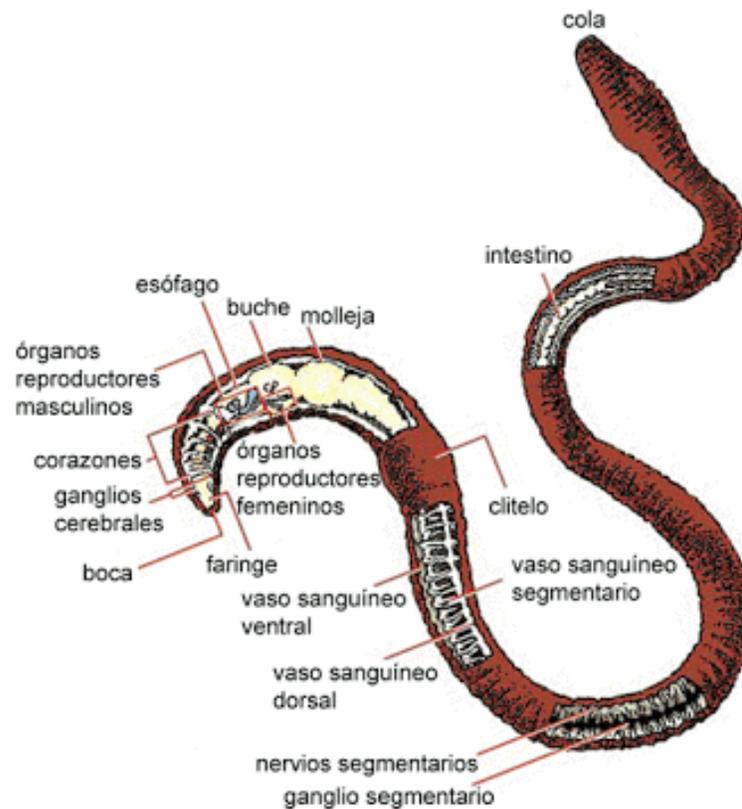
Las lombrices son animales invertebrados de tamaño pequeño que habitan en la tierra y van descomponiendo la materia orgánica que encuentran a su paso, dejando como resultado el humus, abono orgánico rico en nutrientes. La lombriz roja californiana es de fácil explotación en cautiverio por su adaptación y rendimiento, puede llegar a vivir 16 años en condiciones óptimas y produce 1200 a 1500 crías en un año aproximadamente, adicional a esto Avilés (2018, p.14) menciona que en un metro cuadrado se puede alojar 40000 a 50000 individuos. Sin embargo, Garrido (2014, p.26) dice que la

lombriz *Eisenia foetida* puede vivir 4,5 años. La lombriz roja tiene una longitud de 4-8 cm y un diámetro aproximado de 3-5 mm. En el gráfico 1-1 se puede observar la anatomía y fisiología de la lombriz.

#### 1.1.6.1 Pared del Cuerpo.

Es de forma circular, permeable y de secamiento rápido, desempeña un papel importante en el intercambio gaseoso. Específicamente la pared del cuerpo de la lombriz está formada por metámeros, anillos que se repiten simétricamente y le proporcionan fuerza de adhesión al momento de desplazarse, (López, 2019, p.32). De acuerdo con Blanco, (2018, p.10) la pared del cuerpo está constituida de afuera hacia dentro por:

- Cutícula.
- Epidermis.
- Dos capas musculares, una longitudinal interna y la otra circular externa.
- Peritoneo.
- Celoma.



**Gráfico 1-1:** Anatomía de la lombriz

Fuente: Parra, 2011

#### 1.1.6.2 *Aparato Circulatorio.*

Las lombrices de tierra no tienen corazón, en su lugar poseen arcos aórticos que actúan de manera similar al corazón y por eso se los llama así. Tienen cinco arcos aórticos, entre cada arco hay una glándula que le ayuda a digerir el calcio proveniente de las grandes cantidades de tierra que consume, (López, 2019, p.33). La sección del arco aórtico y la glándula cálcica representa menos del 5% del tamaño total de la lombriz de tierra, independientemente de cuán grande se vuelva esta, (López, 2019, p.33). La función de los arcos aórticos es bombear sangre alrededor del cuerpo de la lombriz, a diferencia del corazón, el arco aórtico no posee cámaras o cavidades. El oxígeno es absorbido por la piel y luego pasa a los vasos sanguíneos dorsales, los cuales hacen un poco la obra de bombeo y los arcos aórticos ayudan a mantener la presión arterial. Por su parte los vasos ventrales se encargan de distribuir la sangre a todo el cuerpo. Los vasos parietales recogen nutrientes del tracto intestinal y transportan la sangre desde el vaso subneural al vaso dorsal, (Compagnoni y Putzole, 2018, p.19).

#### 1.1.6.3 *Sistema Respiratorio.*

La respiración ocurre a través de una red fina de capilares que se encuentran cerca de la cutícula. Para que el oxígeno y el dióxido de carbono puedan pasar por la piel es necesario que esta sea húmeda, (López, 2019, p.33).

#### 1.1.6.4 *Sistema Nervioso.*

El sistema nervioso se compone de ganglios supra faríngeos, estos funcionan como una especie de cerebro y, el cordón ventral pasa por debajo de la porción digestiva y tiene ganglios en cada segmento. Estos anélidos carecen de órganos sensoriales aparte del tacto. En la piel se encuentran células fotosensibles que les ayuda a evitar la luz, caso contrario morirían, (Blanco, 2018, p.18).

#### 1.1.6.5 *Sistema Digestivo.*

El conducto digestivo es un tubo recto que consta de boca, esófago, buche, molleja, intestino y ano. A los lados del esófago están las glándulas calcáreas, cuya función es secretar carbonato de calcio para neutralizar los ácidos presentes en el alimento. La boca es una pequeña cavidad en la que se lubrica los alimentos, a través del esófago pasa al buche, donde se almacenan, luego a la molleja, aquí se trituran, finalmente a través del intestino llegan al ano donde es eliminado el denominado humus. (Acuña y Reyes, 2017, p.28).

#### 1.1.6.6 *Sistema Excretor.*

Elimina los desechos líquidos a través de los nefridios, los cuales se encuentran de dos en dos en casi todos los segmentos del cuerpo, consiste en una estructura a manera de embudo ciliado, ubicado en la cavidad celómica y comunica mediante un tubo con el exterior del cuerpo, (Sánchez, 2018, p.17).

#### *1.1.6.7 Sistema Reproductor.*

Este anélido es hermafrodita, posee órganos sexuales masculinos y femeninos, sin embargo, necesitan de otra lombriz para reproducirse. El sistema reproductor masculino está constituido por dos pares de testículos ubicados entre los segmentos 10 y 11. También poseen unos sacos que reciben el semen de la otra lombriz denominados receptáculos seminales o espermáticos y se encuentran en los segmentos 9 y 10. De igual forma el sistema reproductor femenino cuenta con dos pares de ovarios en los segmentos 13 y 14. Durante la copula las lombrices se sitúan en sentido opuesto, (Compagnoni y Putzole, 2018, p.20).

#### ***1.2 Humus o Vermicompost***

El humus de lombriz es un fertilizante natural que proporciona grandes beneficios. Es el resultado de las excreciones de las lombrices, las cuales se alimentan de materia orgánica, como residuos agrícolas, estiércol de animales, etc. Ortega (1990) citado por Terán (2017, p.16) menciona que el humus es un producto natural de uso agrícola que se enfoca en mejorar y recuperar los suelos, gracias a su alta concentración de ácido fúlvico y húmico, encargados de mantener el recurso suelo en óptimas condiciones para la siembra. El humus de lombriz es un abono orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta en 300% el rendimiento de diversas especies vegetales, (López, et al., 2019, p.1713).

El humus es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos y que en consecuencia se encuentra químicamente estabilizado como coloide el cual regula la dinámica de la nutrición vegetal del suelo. Esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en un lapso de horas, tiempo que demora la lombriz en ingerir lo que come (estiércol de lombriz), (Jaramillo y Muñoz, 2018, p.26).

##### ***1.2.1 Características y composición del humus***

La calidad del humus está en dependencia del alimento suministrado. El humus de lombriz está compuesto principalmente de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, auxinas y hormonas vegetales por mencionar algunas que intervienen en el crecimiento de la planta, (Meléndez, 2015, p.35). Un aspecto sobresaliente del humus es que posee gran cantidad de microorganismos (bacterias y hongos) y enzimas que contribuyen significativamente en el mejoramiento de la calidad biológica del suelo. Presenta un pH neutro debido a que la lombriz tiene glándulas que segregan carbonato de calcio que neutraliza los ácidos de las comidas, (Meléndez, 2015, p.35). Es de color café negruzco por la gran cantidad de carbono, granuloso, inodoro, homogéneo y no deja residuos al tacto, (Rivera, 2016, p.22). En la tabla 3-1 se muestra la composición química del humus:

**Tabla 4-1:** Composición química del humus de lombriz

<b>Composición del humus de lombriz</b>	
pH	6,8- 7,5
Materia orgánica	≥ 30%
Humedad	≤ 40%
Nitrógeno	1,95- 2,2%
Fósforo	0,23- 1,8 %
Potasio	1,07- 1,5 %
Calcio	2,70- 4,8 %
Magnesio	0,3- 0,81 %
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Hierro disponible	75 mg/l
Carbono orgánico	22,53 %
Carbono/ Nitrógeno	10- 12%
Ácidos fúlvicos	2-3 % ss
Ácidos húmicos	5-7 % ss
Flora bacteriana	20 mil millones por gramo de peso seco

ss: sobre seco

**Fuente:** Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C, 2010 citado por Méndez, 2015, p.25.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

### ***1.2.2 Residuos utilizados en lombricultura***

Existen numerosos residuos que pueden ser utilizados en esta actividad como los desechos de cocina, agrícolas, industriales y el estiércol. En esta investigación nos basaremos en los desechos pecuarios netamente (estiércol).

#### ***1.2.2.1 Estiércol bovino.***

Es de fácil manejo debido a que presenta menor compactación, contiene enzimas que facilitan la acción bacteriana por parte del sistema digestivo de la lombriz. Es un alimento nutricionalmente bien balanceado para las lombrices, que generalmente no necesita un pre acondicionamiento, aunque la presencia de semillas exige un pre composteo, (Villegas y Laines, 2017, p.401). La excesiva exposición al sol (2-3 días) puede hacerle perder cerca del 50% de nitrógeno y por lluvias en poco tiempo gran parte de su nitrógeno y potasio. Para evitar esta pérdida de calidad hay que recogerlo diariamente y ponerlo a resguardo en la sombra. Se recomienda recoger y acumular el estiércol diariamente en la

mañana y complementarlo con otros ingredientes (rastros, malezas, etc.). A medida que se van descomponiendo estos residuos orgánicos se destruyen de manera parcial de las semillas de malezas. Dependiendo de su composición, se volteará la abonera cada 8-15 días, (Valdiviezo, 2015, p.28).

#### *1.2.2.2 Estiércol equino.*

Se caracteriza por su alta porosidad que lo hace un sustrato óptimo como alimento para lombrices, el contenido nutricional como se mencionó anteriormente está en dependencia de la calidad de los materiales consumidos y la calidad del humus mejora al estar en combinación con residuos vegetales, agrícolas o domésticos, (Macz, 2013, p.18).

#### *1.2.2.3 Estiércol caprino.*

Presenta las condiciones óptimas para ser usado en la lombricultura, tanto en su contenido de nitrógeno como su baja acidez. Es de fácil manejo debido a su condición sólida y poca humedad, por lo que necesita mayor frecuencia en la aplicación de agua, (Macz, 2013, p.18).

#### *1.2.2.4 Estiércol ovino.*

El estiércol ovino tiene un pH ácido y al mantenerlo en los corrales por tiempos prolongados se presenta apelmazado por la pisada de los animales por lo que se debe acondicionar regándolo por varios días para neutralizar el pH, (Castellanos y Valecillos, 2011, p.38).

#### *1.2.2.5 Gallinaza.*

Al ser un estiércol muy fuerte se requiere mezclarlo con fibra vegetal larga a objeto de bajar su nivel de proteínas, hacerlo esponjoso y evitar exceso de escurrimiento al humedecerlo, (Meriño y Olave, 2019, p.27).

#### *1.2.2.6 Estiércol porcino.*

El estiércol porcino cuando se seca solo lo hace externamente conservando el interior fresco, (Castellanos y Valecillos, 2011, p.37). Además, posee una alta concentración proteica por lo que requiere ser mezclado con fibra vegetal larga para reducirla y hacerlo más esponjoso, (Meriño y Olave, 2019, p.27).

#### *1.2.2.7 Estiércol de cuyes y conejos.*

Debe desmenuzarse y dejarse al aire libre para ser utilizado ya que se presenta como una masa compacta, casi sin aire ni oxígeno, elementos que la lombriz necesita para desarrollarse, (Mamani, 2016, p.23). El estiércol de conejo, tiene un elevado contenido de nitrógeno, razón por la cual requiere un lavado previo para su compostaje con lombrices, (Villegas y Laines, 2017, p.401). En la tabla 4-1 se detalla el tiempo de maduración que deben tener los distintos estiércoles para utilizarlos en la lombricultura:

**Tabla 5-1:** Riqueza nutricional del estiércol

Estiércol	Tiempo
Equino	5-6 meses
Vacuno	20 días
Camélido	20 días
Porcino	9-10 meses
Ovino	1,5-3 meses

**Fuente:** Mamani, 2016, p.44

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

También resulta importante conocer la composición nutricional del sustrato que se va a suministrar, mismo que se expone en la tabla 5-1, 6-2 y 7-3.

**Tabla 6-1:** Valor nutricional de distintos estiércoles

Nutriente	Bovino	Gallina	Porcino
Materia orgánica	48,90	54,10	45,30
Nitrógeno total (%)	1,27	2,38	1,36
Fósforo (%)	0,81	3,86	1,98
Potasio (%)	0,84	1,39	0,66
Calcio (%)	2,03	3,63	2,72

**Fuente:** Arellano, Cruz y Huerta, 2016 citado por Avilés, 2018, p.20

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

**Tabla 7-1:** Composición de la bovinaza en diferentes periodos de maduración.

Nutriente	Estiércol bovino madurado			
	1 mes	2 meses	3 meses	6 meses
pH	8,55	8,7	8,98	8,7
Humedad, %	3,35	4,65	10	12
Proteína bruta, %	8,69	11,54	4,05	4,95
Fibra cruda, %	23,6	31,5	20,7	23,26
Extracto etéreo, %	12,3	14	12,7	11,2
Cenizas, %	64,8	43,8	10	78,8

**Fuente:** Garcés, 1996

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

**Tabla 8-1:** Composición de la cuyinaza en diferentes periodos de maduración.

Nutriente	Estiércol de cuy madurado			
	1 mes	2 meses	3 meses	6 meses
Materia seca, %	96,1	96,95	95,6	95,95
Humedad, %	3,9	3,05	4,2	4,05
Proteína bruta, %	11,68	9,76	10,91	12,91
Fibra cruda, %	15,08	14,74	15,03	14,79
Extracto etéreo, %	0,1	0,1	0,31	0,1
Cenizas, %	56,42	62,87	57,53	53,65

Fuente: Palacios, 1996

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

### **1.3 La Lombricultura**

#### **1.3.1 Importancia de la Lombricultura en los Sistemas de Producción Animal**

Los sistemas de producción animal modernos están enfocados en aprovechar al máximo los recursos, generando grandes cantidades de residuos contaminantes, ya que el estiércol y demás efluentes deben ser eliminados diariamente de los corrales. Una buena alternativa para resolver este problema y obtener el máximo beneficio de estos desechos es utilizarlos como alimento para las lombrices y así obtendremos un abono de calidad. Yolmar, (2005, p.5) menciona que los beneficios de esta actividad en la agricultura y especialmente en los sistemas de producción animal son:

- Elimina una fuente de contaminación importante.
- Produce orgánicamente una enmienda para el suelo.
- Ahorro en la compra de fertilizantes químicos.
- Si el mercado lo permite, genera una posible actividad rentable paralela sin necesidad de grandes inversiones, ni demasiado trabajo extra.
- De un residuo contaminante, en poco tiempo, y en forma natural se logra un producto que reingresa a nuestro suelo una gran cantidad de materia

#### **1.3.2 Beneficios del Humus**

Entre los principales beneficios que se obtienen de su utilización tenemos:

##### **1.3.2.1 A nivel físico.**

- Al proporcionarles nutrientes y minerales se mejora las características físico-mecánicas y biológicas del suelo, permitiendo que haya un mejor desarrollo de las raíces, movimiento del agua, aire, así como mayor facilidad de manejo, labranza.
- Las tierras ricas en humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía.
- Evita la erosión del suelo.

(Meléndez, 2015, p.35)

#### *1.3.2.2 A nivel químico.*

- Aportan sustancias orgánicas, nutrientes y minerales al suelo. Entre los nutrientes y minerales que aporta tenemos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, zinc, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, carbono, etc.
- Permite que los nutrientes se asimilen con mayor facilidad, transformándolos sin riesgo de degradación.
- Ayuda a preservar el suelo, ya que mantiene e incrementa el contenido de materia orgánica.
- Tiene ácidos húmicos y fúlvicos en su composición que contribuyen al mejoramiento de las condiciones del suelo, reteniendo la humedad, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua.
- Su presencia en terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse, debido a la capacidad de tampón que posee.
- Su pH neutro lo convierte en un abono óptimo para toda clase de plantas, inclusive aquellas que suelen ser delicadas. Además, debido a esta característica aporta y contribuye con el mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.

(Méndez, 2015, p.26)

#### *1.3.2.3 A nivel biológico.*

- La enorme carga bacteriana presente en el humus degrada los nutrientes a formas más asimilables por las plantas.
- Propicia y acelera la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas ya que presenta humatos, fitohormonas y rizógenos.
- Incrementa notablemente la altura de las plantas, árboles o arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- Aumenta la resistencia a las heladas
- Cuando se realizan trasplante previene enfermedades, así como evita que se produzca shock ya sea por heridas o cambios bruscos en lo que concierne a la temperatura y humedad.
- Favorece la formación de las micorrizas. Las micorrizas es un término utilizado para denominar la simbiosis que hay entre las raíces de las plantas y los hongos. Las plantas proporcionan a los hongos carbohidratos y vitaminas, nutrientes que por sí solo es incapaz de sintetizar, mientras que las plantas pueden hacerlo gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas; por su parte las plantas reciben nutrientes, minerales y agua. Cabe mencionar que cerca del 90 a 95% de plantas terrestres poseen micorrizas.

- Incrementa la resistencia de las plantas a plagas y agentes patógenos, inhibiendo el desarrollo de bacterias y hongos que podrían afectarla.
- Aumenta la permeabilidad y retención hídrica del suelo, disminuyendo de esta manera el consumo de agua en los cultivos.

(Quintana y Coronel, 2018, p.19)

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA

Para poder cumplir los objetivos de la presente investigación, se seguirá el siguiente protocolo:

#### *2.1 Búsqueda Bibliográfica*

Primeramente, se desarrollará un análisis de los repositorios de las diferentes universidades en Latinoamérica y el país que tienen carreras relacionadas con el medio ambiente y recursos naturales. Se situarán las investigaciones que competan al tema indicado. En las plataformas que ofrecen libros digitales se realizará una exhaustiva investigación sobre la morfología, fisiología, de la lombriz roja californiana y otras especies de anélidos que pueden ser promisorios, para establecer sus bondades.

##### *2.1.1 Plataformas digitales, científicas*

Entre las plataformas digitales que se tomaron en cuenta en esta investigación tenemos:

- Apthapi
- Scielo

Los trabajos de titulación fueron tomados de las siguientes instituciones:

- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
- Universidad Autónoma de Nicaragua- León
- Universidad de los Andes
- Universidad José Carlos Mariátegui
- Universidad Mayor de San Andrés
- Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas
- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
- Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
- Universidad San Carlos de Guatemala
- Universidad Técnica de Babahoyo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo

#### *2.2 Criterios de Selección*

Las principales fuentes consultadas en cada ítem fueron los siguientes:

En lo que concierne a los parámetros reproductivos: Palacios, (1996): Efectos de 5 tratamientos de maduración de estiércol de cuy (1,2,3 y 6 meses) en las fases de crecimiento, reproducción y producción de abono de lombriz; Garcés, (1996): Alimentación de lombrices (*Eisenia foetida*) con

estiércol bovino en diferentes periodos de maduración (1,2,3 y 6 meses) en fases de crecimiento y reproducción; Romero, (1999): Estudio comparativo de seis diferentes tipos de sustrato en la producción de humus de lombriz y su incidencia productiva en hortalizas (rábano, acelga, cebolla blanca, col); Moscoso, (2000): Evaluación de la melaza, *Streptomyces* sp y diferentes densidades de siembra de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la obtención de humus; Arias, (2001): Evaluación de dos sistemas de pre-fermentación para la producción de compost y humus de lombriz con diferentes residuos ganaderos; Campoverde, (2004): Endulzamiento de los sustratos utilizados en la producción de lombriz roja californiana y Cajas (2009): Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana).

En los parámetros productivos se consideró la investigación de los autores anteriormente mencionados y la de: Valenzuela, (2011): Elaboración de humus de lombriz utilizando cuatro fuentes de materia orgánica, para mejorar el contenido nutricional del suelo; Valdez, (2013): Niveles de estiércol de bovinaza más cáscara de cacao en la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) y Avilés, (2018): Evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Con lo que respecta al análisis económico se tomaron en consideración las investigaciones de los autores ya mencionados.

### **2.3 Métodos para Sistematización de la Información**

La información recopilada se organizó en base a tablas y gráficos para una mejor comprensión e interpretación de la misma.

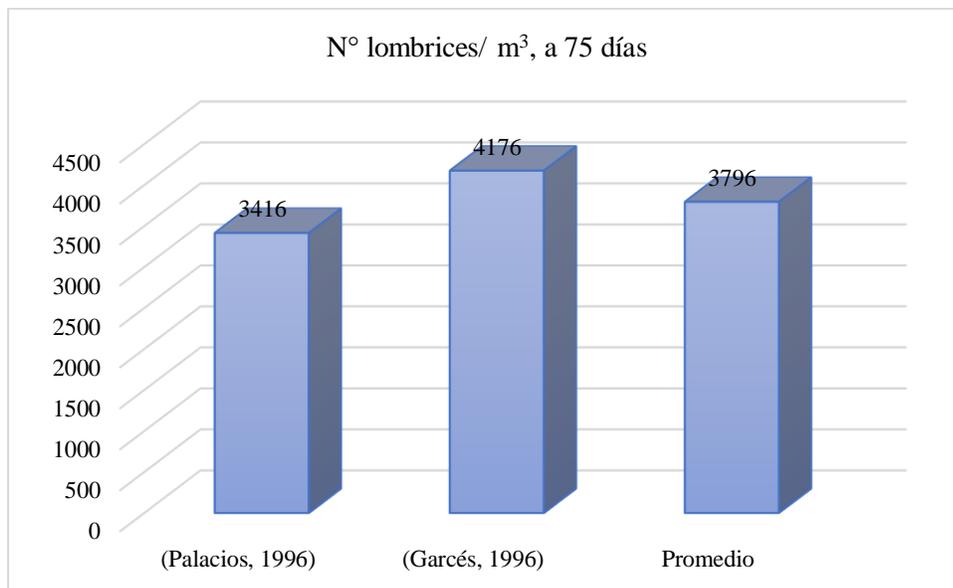
## CAPÍTULO 3

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Parámetros Reproductivos

La lombriz es un anélido hermafrodita incompleto, puesto que a pesar de tener ambos sexos necesita de otro individuo para reproducirse. El apareamiento se produce cada 7 a 10 días produciendo 1 a 3 cápsulas, las cuales eclosionarán al cabo de 14 a 21 días dando origen cada una a 2-21 lombrices, mismas que alcanzarán su estado adulto a los tres meses. Todo esto ocurrirá si las condiciones a las que están expuestas son las adecuadas, 30°C, humedades próximas al 80% y pH cercano a la neutralidad, (Jaimes, Vega y Ortiz, 2020, p.118). En la tabla 9-3, se puede observar los parámetros reproductivos que mostraron las lombrices al ser alimentadas con estiércol.

Al analizar el número de lombrices en el gráfico 2-3, podemos notar que tanto Palacios (1996) como Garcés (1996) presentan resultados similares a los 75 días, es necesario considerar el sustrato utilizado y el tiempo de maduración que en este caso fue cuyinaza de 1 mes de maduración y bovinaza de 6 meses de maduración respectivamente. El estiércol bovino presentó mayor palatabilidad y además se asimiló de mejor manera lo que resultó en un mayor aumento de lombrices ya que la dosis de siembra fue relativamente superior con el estiércol de cuy y a pesar de eso no logró alcanzar la misma densidad poblacional que con el otro sustrato.



**Gráfico 2-3:** N° de lombrices/m<sup>3</sup> a los 75 días.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

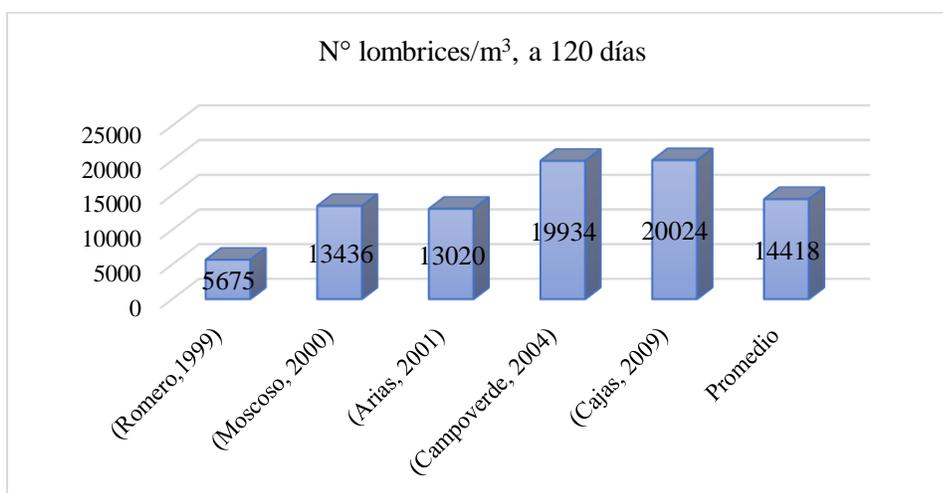
**Tabla 9-3:** Parámetros reproductivos de la lombriz alimentada con estiércol

Variable Zootécnica	Autor								Promedio
	(Palacios, 1996)	(Garcés, 1996)	(Romero,1999)	(Moscoso, 2000)	(Arias, 2001)	(Campoverde, 2004)	(Cajas, 2009)	(Avilés, 2018)	
Sustrato utilizado	Cuyinaza de 1 mes de maduración	Bovinaza de 6 meses de maduración	Porquinaza	Bovinaza+actinomicetos	Ovinaza	Bovinaza	Bovinaza	Bovinaza	-
N° lombrices/m <sup>3</sup> , a 75 días	3416	4176	-	-	-	-	-	-	3796
N° lombrices/m <sup>3</sup> , a 120 días	-	-	5675	13436	13020	19934	20024	-	14417,8
N° lombrices adultas/m <sup>2</sup>	3140	2453	-	6563	-	9308	-	-	5366
N° lombrices juveniles/m <sup>2</sup>	276	1723	-	14028	-	10626	-	-	6663
N° cocones/m <sup>3</sup> , a 75 días	294	1861	-	-	-	-	-	-	1077,5
N° cocones/m <sup>3</sup> , a 90 días	-	-	-	-	-	-	25077	-	25077
N° cocones/m <sup>3</sup> , a 120 días	-	-	-	-	-	12146	-	-	12146

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

En el gráfico 3-3 se muestra el número de lombrices a los 120 días. De acuerdo a los datos reportados tenemos una media de 14418 lombrices. La mayor población presentó Cajas (2009) quien trabajo con 50% de estiércol bovino y 50% aserrín, la razón para que esto haya ocurrido es que al unirse el aserrín con el estiércol forman una masa muy apetecible para las lombrices y fácil de digerir. Adicional a esto la unión de estos materiales presenta una relación C/N ideal (30/1), el aserrín, aunque es un material bastante fibroso pudo ser degradado con ayuda de las bacterias presentes en el estiércol, (FERGIR, 2012, p.13). Por su parte Campoverde (2004) mostro resultados muy similares, sin embargo, al mezclar estiércol bovino con rechazos de guineo y melaza obtuvo, 23519 lombrices/m<sup>3</sup>, superando los valores de Cajas (2009), quien obtuvo 20024 lombrices/m<sup>3</sup>, Moscoso (2000), que en el mejor de los casos tuvo 13436 trabajando con acelerantes de descomposición y Arias (2001), utilizando ovinaza resulto en 13020 lombrices/m<sup>3</sup>, esto debido a que los elementos dulces incrementaron la palatabilidad del sustrato.

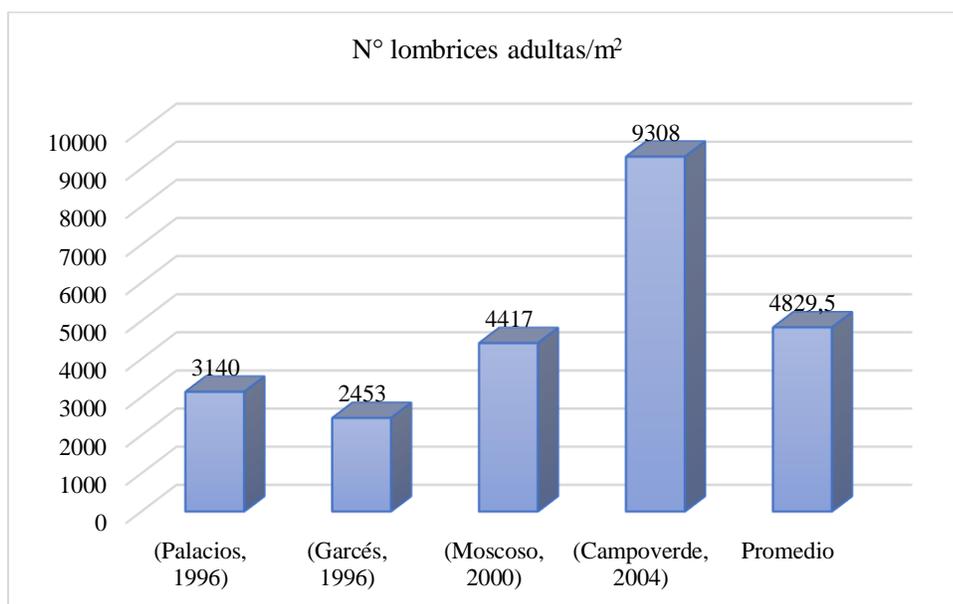
Romero (1999) realizo un estudio con varios sustratos reportando la mayor cantidad de lombrices con el estiércol bovino, que fue de 6900 lombrices, mientras que con la porquinaza obtuvo la menor cantidad, 5675 lombrices a los 120 días, debido a que las condiciones climáticas no fueron las adecuadas y a la dificultad que se presentó por falta de agua en la unidad productiva donde se realizó el trabajo. El estiércol porcino contiene una gran cantidad de humedad por lo que si no se le da un correcto manejo puede conservarse el interior fresco, (Castellanos y Valecillos, 2011, p.37). Por otro lado, Meriño y Olave (2019, p.27) mencionan que el estiércol de cerdo contiene gran cantidad de proteína por lo que requiere ser mezclada con fibra vegetal para disminuirla y así incrementar su consumo.



**Gráfico 3-3:** N° de lombrices/m<sup>3</sup> a los 120 días.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

En el gráfico 4-3, Campoverde (2004) presenta la mayor cantidad de lombrices adultas/m<sup>2</sup> seguido por Moscoso (2000) quien trabajo con acelerantes, teniendo los mejores resultados con la aplicación de actinomicetos, sin embargo, la diferencia entre ambos autores es bastante notoria, esto debido a que las lombrices asimilaron de mejor manera el estiércol bovino por si solo que en unión con algún otro elemento. Por otro lado, Palacios (1996) y Garcés (1996) evaluaron la influencia del estado de maduración en el sustrato obteniendo, 3140 y 2453 lombrices adultas/m<sup>2</sup> respectivamente. Esto se debe en primera instancia a que la dosis de siembra fue mayor con la cuyinaza, además de que esta le superaba en valor nutricional a la bovinaza, ver tabla 5.1 y 6.1. A pesar de que Garcés (1996) utilizo estiércol bovino al igual que Moscoso (2000) y Campoverde (2004) no pudo alcanzar esos valores debido a que con el paso del tiempo la calidad del estiércol va disminuyendo.

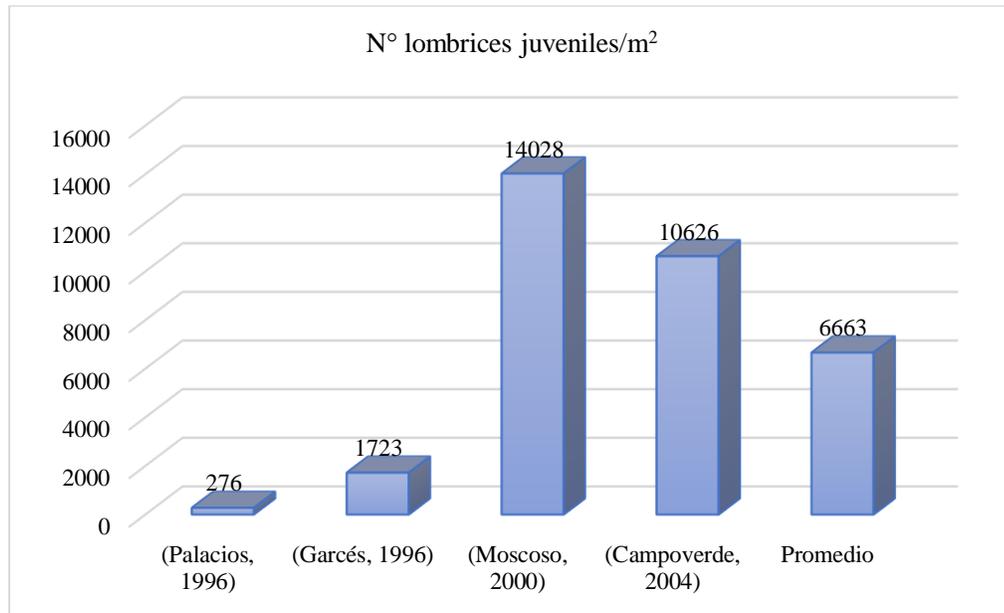


**Gráfico 4-3:** N° de lombrices adultas/m<sup>2</sup>

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

Como se puede observar en el gráfico 5-3, el promedio de lombrices jóvenes/m<sup>2</sup> es de 6663. La aplicación de actinomicetos en el estiércol bovino por Moscoso (2000) arrojo buenos resultados, 14028 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup>, puesto que estimulo la reproducción, y como consecuencia se tuvo mayor cantidad de lombrices jóvenes. Campoverde (2004) mostro un resultado cercano al ya mencionado, 10626 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup>, pero Garcés (1996) experimento el resultado más bajo trabajando con el mismo sustrato, pero de 6 meses de maduración, razón por la que obtuvo únicamente, 1723 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup>. Palacios (1996) tuvo los valores más bajos, esto

probablemente se deba a que la bovinaza a diferencia de la cuyinaza presenta un sin número de microorganismos en su composición que le ayuda a la lombriz a sintetizar varios elementos presentes en su composición, aprovechándolos de mejor manera, además Garcés (1996) menciona que la lombriz es bastante selectiva por lo que se encuentra en una migración permanente en busca de mejores condiciones alimenticias.



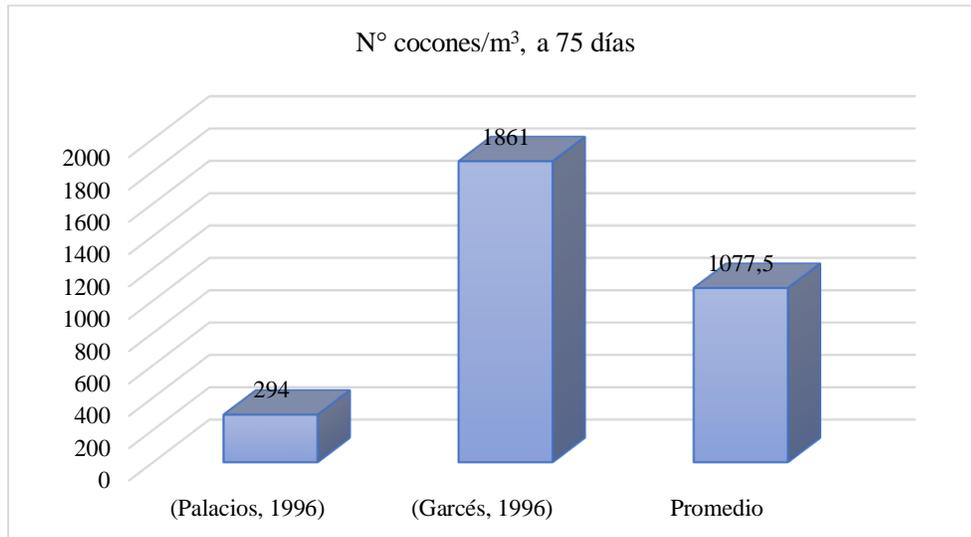
**Gráfico 5-3:** N° de lombrices jóvenes/m<sup>2</sup>

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

En el gráfico 6-3 se puede notar una gran diferencia en el número de cocones/ m<sup>3</sup> a los 75 días. El estiércol bovino a pesar del elevado tiempo de maduración (6 meses) brinda a las lombrices las condiciones óptimas para la reproducción a diferencia del estiércol de cuy, este se caracteriza por estar más compacto, casi sin oxígeno, por lo que requiere desmenuzarse para poder utilizarlo, (Mamani, 2016, p.23). El número reducido de cocones por parte de Palacios (1996) podría atribuirse a la calidad y las condiciones en que se proporcionó la cuyinaza puesto que a pesar de que se reportó mayor población de lombrices adultas no ocurrió lo mismo con esta variable probablemente porque el ambiente no fue favorable para el desarrollo y crecimiento de los nuevos individuos lo que impidió que las lombrices se puedan reproducir, además pudo existir deficiencia de algún macro y microelemento que interviene en la reproducción como el Zn, Mn, Cu, entre otros, (Salamanca, 2010, p.3).

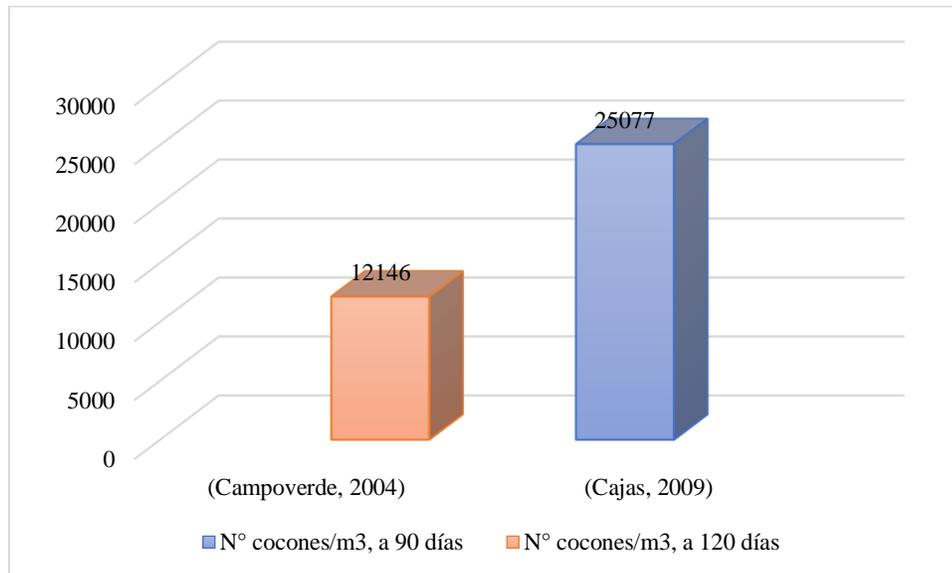
El número de cocones a los 90 y 120 días se encuentra en el gráfico 7-3, este experimento una variante interesante pues a los 90 días se obtiene mayor cantidad, esta diferencia se debe a que Cajas (2009)

utilizo aserrín en el sustrato proporcionado a las lombrices mientras que Campoverde (2004) uso únicamente estiércol bovino. Aunque los alimentos fibrosos resultan más difíciles de digerir se puede notar que las lombrices lograron hacerlo gracias a que en el estiércol de los rumiantes existe la presencia de microorganismos capaces de sintetizar este tipo de alimentos.



**Gráfico 6-3:** N° de cocones/m<sup>3</sup> a los 75 días.

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021



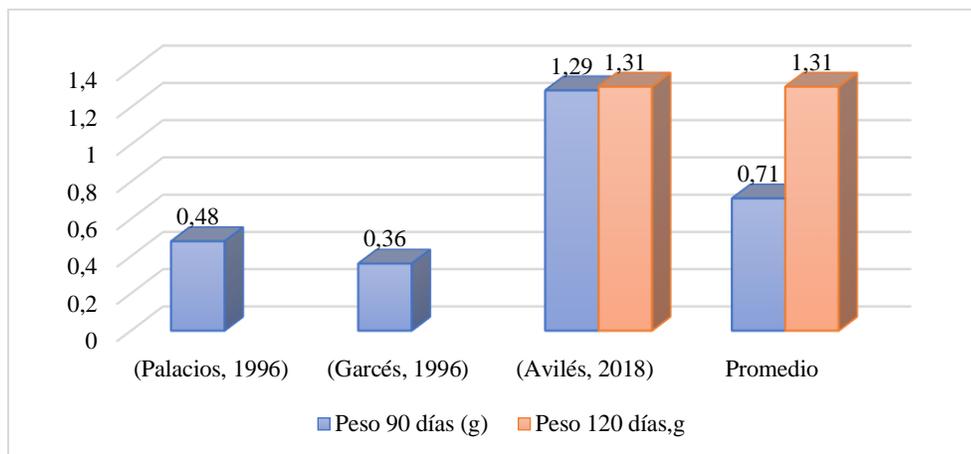
**Gráfico 7-3:** N° de cocones/m<sup>3</sup> a los 90 y 120 días.

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

### 3.2 Parámetros Productivos

La lombriz es un anélido que se alimenta de desechos pecuarios, de cocina, de cosechas, etc. Y deja a su paso 60% de abono orgánico de excelente calidad, este contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo y dos veces más potasio que el mismo peso que el estiércol bovino, (López, Martínez y Cordón, 2008, p.3). En la tabla 10-3 se pueden observar los parámetros productivos que están determinados por la calidad del humus producido.

En cuestión al peso, gráfico 8-3, Avilés (2018) obtuvo a los 90 y 120 días, pesos de 1,29 a 1,31 gramos respectivamente, los cuales están dentro de los parámetros, puesto que se han registrado pesos adultos de 0,55 g (Sánchez, 2017, p.10) hasta 1,5g en lombrices de 155 días alimentados con estiércol bovino y expuestas a una temperatura de 25 a 31°C (Mulato y Enríquez, 2012, p.35). Pero Palacios (1996) y Garcés (1996) presentaron pesos inferiores a lo ya mencionado, en primera instancia debido al tiempo en que se realizó el pesaje y por otra parte la calidad nutricional del estiércol a los 6 meses es deficiente para cubrir los requerimientos de las lombrices y en el caso de la cuyinaza a pesar de que posee buena calidad nutricional no resulta muy palatable para las lombrices.



**Gráfico 8-3:** Peso de la lombriz *Eisenia foetida* a los 90 días, g.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

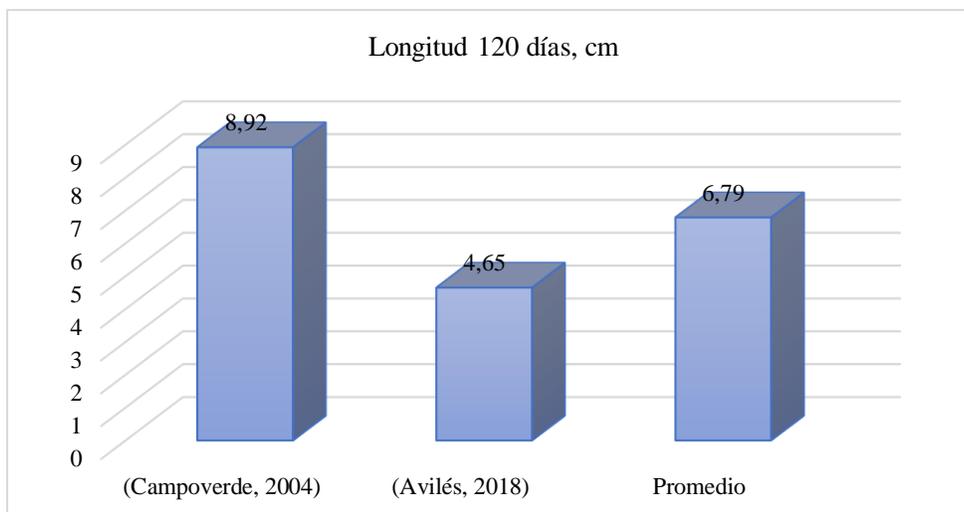
En el siguiente gráfico 9-3, se muestra la longitud de la lombriz a los 120 días. Al comparar los datos obtenidos en la variable longitud tenemos que Avilés (2018) reportó el valor más bajo, 4,65 cm, sin embargo, se encuentra dentro de lo expuesto por Sánchez (2017, p.10), 4-8cm. Por otro lado, Campoverde (2004) tuvo lombrices del doble de tamaño, 8,92 cm, como se puede observar existe una gran variación resultado de las diferentes condiciones climáticas a las que se les expuso, puesto que el primer estudio se realizó en la costa y el segundo en la sierra.

**Tabla 10-3:** Parámetros productivos

Variable Zootécnica	Autor											Promedio
	(Palacios, 1996)	(Garcés, 1996)	(Romero, 1999)	(Moscoso, 2000)	(Arias, 2001)	(Campoverde, 2004)	(Cajas, 2009)	(Valenzuela, 2011)	(Valdez, 2013)	(Avilés, 2018)	(Mendoza y Plaza, 2019)	
Sustrato utilizado	EC de 1 mes de maduración	EB de 6 meses de maduración	EP	EB+ actinomicetos	EO	EB	EB 50% y aserrín 50%	EB	EB	EB	EB	-
Peso 90 días (g)	0,48	0,36	-	-	-	-	-	-	-	1,29	-	0,71
Peso 120 días (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-	1,31
Longitud 120 días (cm)	-	-	-	-	-	8,92	-	-	-	4,65	-	6,79
Tiempo de conversión, días	-	-	-	-	130	105	120	-	120	120	-	119
Cantidad humus, kg/m <sup>2</sup>	10,16	13,19	62,25	-	-	91	26,8	125,56	114,8	35,95	-	59,96
Conversión MO/humus, %	-	-	-	71,48	51,61	68,61	67	-	51	-	-	61,94
MO (%)	-	-	-	35,6	14,2	-	-	-	-	-	50,73	33,51
pH	8,86	8,5	6,38	7,55	8,22	7,15	7,65	7,41	-	-	8,17	7,77
Nitrógeno, %	1,6	1,55	0,19	1,44	1,54	-	1,8	2,89	1,6	-	1,53	1,57
Fósforo, %	1,03	1,44	0,58	0,96	0,09	-	-	-	0,3	-	1,06	0,78
Potasio, %	5	5	9,83	2,12	0,6	-	2,7	-	1,04	-	1,76	3,51

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

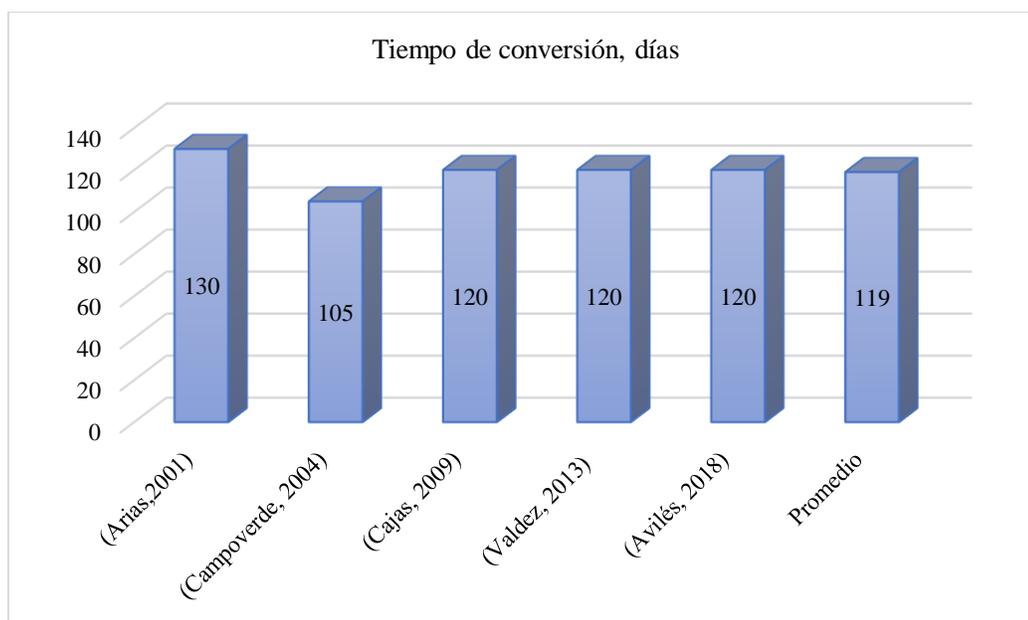
Nota: EC: estiércol de cuy; EB: estiércol bovino; EP: estiércol porcino; EO: estiércol ovino.



**Gráfico 9-3:** Longitud de la lombriz a los 120 días, cm.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

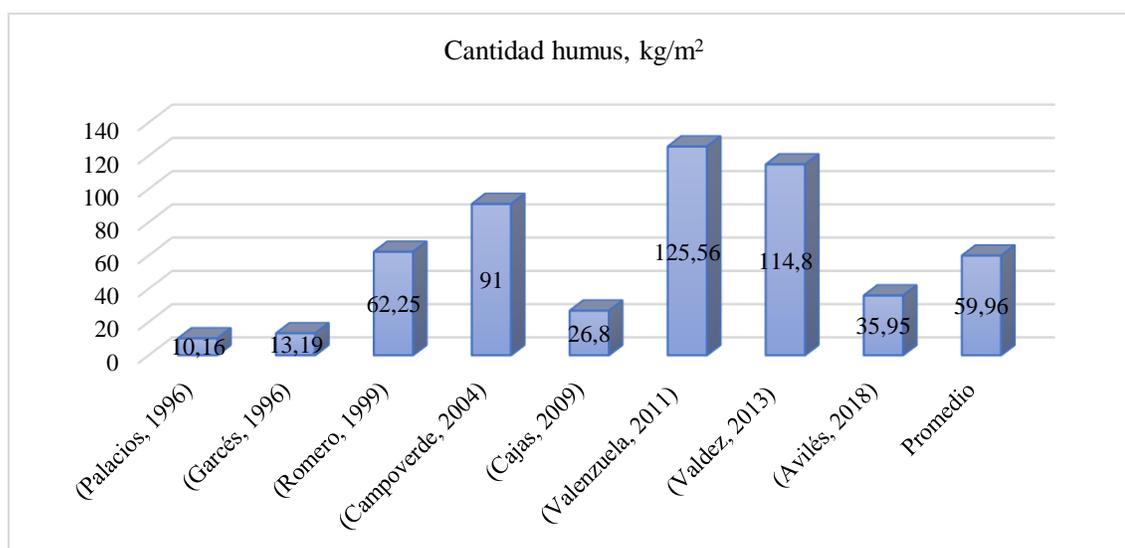
En el presente estudio el tiempo de desdoblamiento promedio, gráfico 10-3, fue de 119 días. Todos los autores presentaron datos numéricamente similares, superiores a 100 días, sin embargo, en su estudio Campoverde (2004) mezcló estiércol bovino con elementos azucarados como la melaza y rechazos de guineo, reduciendo este tiempo a 90 días, denotando que la adición de endulzantes incrementa la palatabilidad y por tanto el consumo del mismo.



**Gráfico 10-3:** Tiempo de conversión sustrato/ humus, días

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

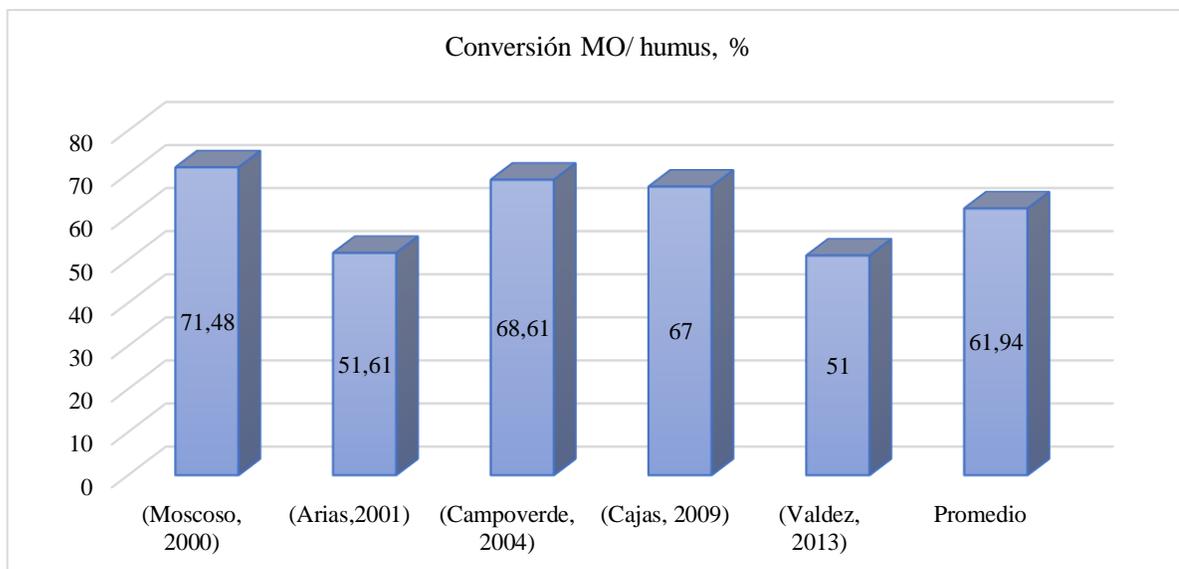
Valenzuela (2011) y Valdez (2013) muestran los mejores resultados en relación a la cantidad de humus, gráfico 11-3, pero Cajas (2009) y Garcés (1996) muestran los resultados más bajos al trabajar con el mismo sustrato, a pesar de que la unión de bovinaza con aserrín resulta eficiente para incrementar la población no sucede lo mismo con la cantidad de humus, pues este autor presento la mayor cantidad de lombrices y por consiguiente el contenido de humus debería ser igual, sin embargo no sucedió eso, probablemente por el elevado contenido de fibra, al igual que sucedió con el estiércol de 6 meses de maduración. Palacios (1996) presenta la menor cantidad de todos los sustratos en estudio, esto se debe a que trabajo con estiércol de cuy y como se ha podido observar no tiene buena palatabilidad o el manejo que se le dio no fue el apropiado impidiendo su consumo, por lo que resulta necesario considerar el alimento con el que se alimentó a esos animales pues Valenzuela (2011) también trabajo con cuyinaza y obtuvo 111,7 kg/m<sup>2</sup>.



**Gráfico 11-3:** Cantidad de humus, kg/m<sup>2</sup>

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

El porcentaje de conversión promedio de materia orgánica en humus es 61,54%, gráfico 12-3. Moscoso (2000) muestra el mayor porcentaje de conversión debido a que incorporó actinomicetos, favoreciendo así la descomposición de la materia orgánica. Campoverde (2004) y Cajas (2009) obtuvieron resultados muy similares debido a que utilizaron el mismo sustrato, sin acelerantes, más que el aserrín en el caso de Cajas (2009), por lo que podemos denotar que el estiércol bovino por si solo se asimila muy bien, pero Valdez (2013), tuvo 51% de conversión de la MO/humus, debido a que las condiciones ambientales fueron diferentes, régimen Costa; por otro lado Arias (2001) tuvo el mismo porcentaje al trabajar con estiércol ovino esto está en relación con el número de individuos que se encontraron en ese sustrato, mismo que fue inferior al de Campoverde (2004) y Cajas (2009).

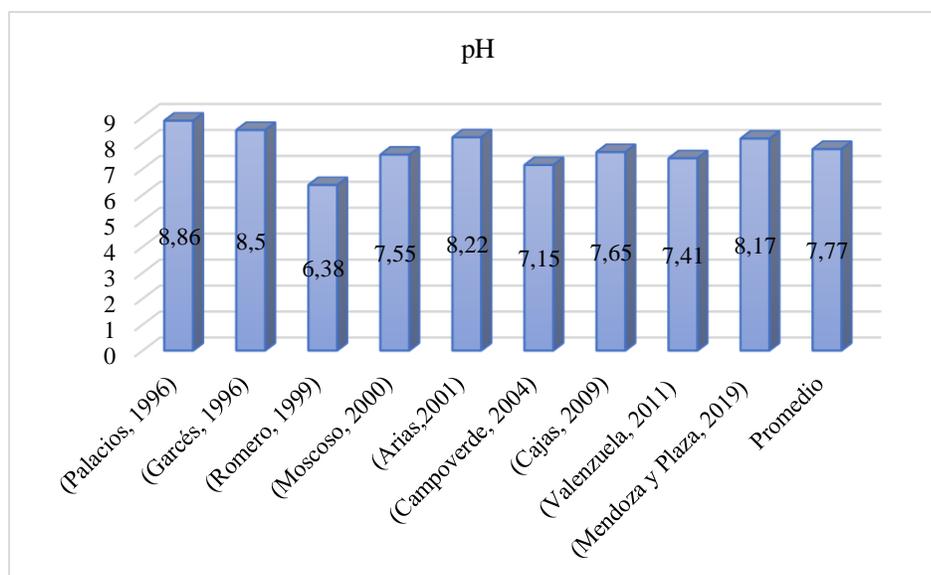


**Gráfico 12-3:** Conversión materia orgánica/humus, %

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

El humus de lombriz se caracteriza por tener un pH neutro o cercano a la neutralidad, razón por la que puede ser utilizado en cualquier tipo de planta sin causarle daño, en el grafico 13-3 tenemos un pH promedio de 7,77, superior a lo expuesto por Méndez (2015, p.25), quien menciona que el pH del humus está entre 7 y 7,5; esto se debe a que los sustratos utilizados tenían un pH alcalino. El humus se caracteriza por tener este pH debido a que la lombriz posee glándulas calcáreas que segregan carbonato de calcio con la finalidad de neutralizar los ácidos presentes en los alimentos, (Acuña y Reyes, 2017, p.28). Arias (2001), Palacios (1996), Garcés (1996) y Mendoza y Plaza (2019) reportaron los valores más altos de pH esto a causa de que el sustrato proporcionado tendía a la alcalinidad como se puede ver en la tabla 5-1, además Acosta (2019, p.54) dice que el estiércol de cuy tiene un pH de 8,20. Pero es necesario considerar el alimento suministrado al animal del que se obtiene el estiércol pues Valenzuela (2011) en su estudio también evaluó la cuyinaza y obtuvo un pH de 7,29, el cual coincide con Méndez (2015, p.25).

Por otro lado, también podemos observar que el pH del estiércol ovino evaluado por Arias (2001) tenía un pH de 9,61 y después de haber sido procesado por las lombrices disminuyó este pH, pero debido a que este de por sí era demasiado alto no se pudo disminuir a un pH inferior al presentado.

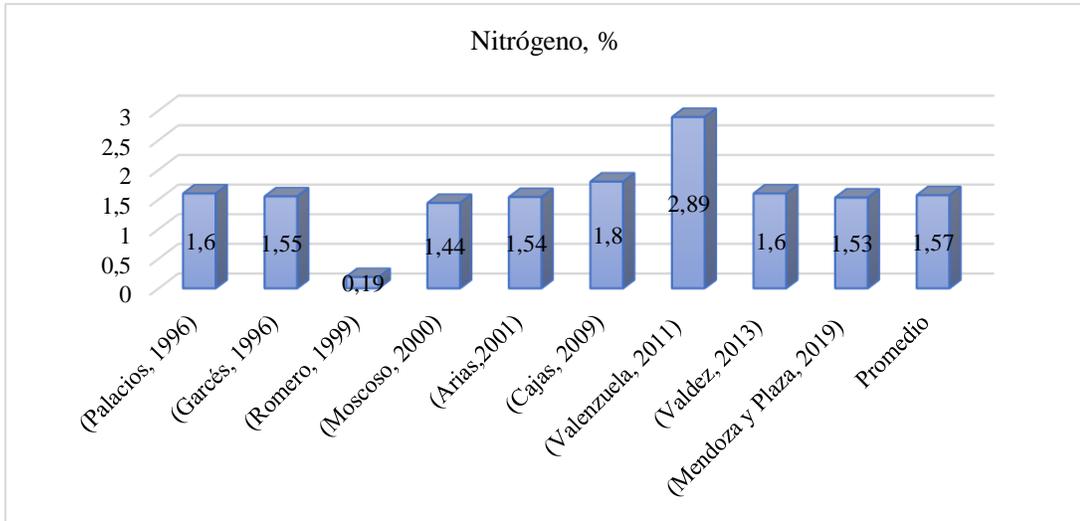


**Gráfico 13-3:** pH del humus de lombriz.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

El contenido de nitrógeno, gráfico 14-3, es el componente fundamental para la formación de las proteínas, aminoácidos, y otros elementos necesarios para la nutrición de la planta, sin este elemento se retarda su crecimiento y las hojas tienden amarillarse, (Moreno, 2007, p.8). El valor promedio de nitrógeno es de 1,57% que coincide con Godoy (2019, p.29) el cual menciona que el contenido de nitrógeno en el humus es de 1- 2,6%. Sin embargo, de acuerdo con Moreno (2007, p.18) estos resultados se considerarían bajos puesto que reporta que el contenido de nitrógeno en el humus puede estar llegando al 3%.

Valenzuela (2011, p.36) reportó que el humus proveniente de la bovinaza y pollinaza tiene 2,89% y 2,75% de nitrógeno respectivamente, por una parte, está en concordancia con el alimento suministrado y por otra la pollinaza posee un elevado contenido de amoníaco y por tanto nitrógeno presente en el estiércol. Romero (1999) mostro los resultados más bajos de nitrógeno, menos de 1, en todos los sustratos en estudio, bovinaza, cerdaza, cuyinaza y estiércol de conejo, tal vez porque la calidad de estos era deficiente en este elemento.

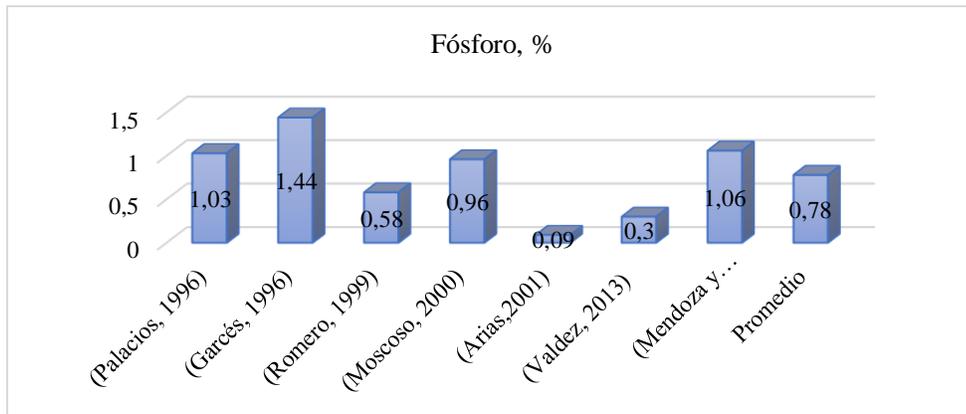


**Gráfico 14-3:** Cantidad de nitrógeno presente en el humus, %

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

El fósforo en la planta juega un papel importante en la transferencia de energía, es indispensable para que haya un correcto desarrollo de la raíz y vital para la acumulación de energía, su deficiencia se refleja en un crecimiento lento, con tallos delgados y hojas blandas de color morado, (Moreno, 2007, p.14).

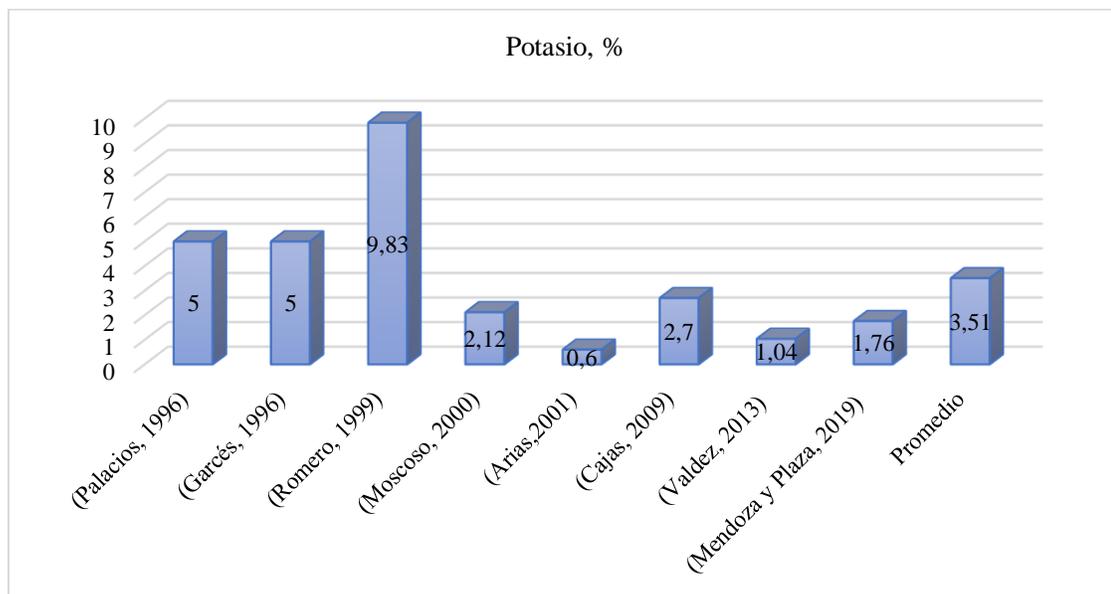
El contenido de fósforo esta entre 0,23 a 1,8% según Méndez (2015, p.25) en este caso la mayor parte de autores se encuentran dentro de este rango, gráfico 15-3, dándonos una media de 0,78%. Pero Arias (2004) tuvo valores inferiores a 0,09 con todos los sustratos evaluados, bovinaza y ovinaza, esto posiblemente se debió al lavado de los minerales a causa del riego por mantener un ambiente óptimo para la lombriz, que facilite su desenvolvimiento.



**Gráfico 15-3:** Contenido de fósforo presente en el humus, %

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

El potasio, grafico 16-3, es indispensable para la planta, ya que interviene en la síntesis de carbohidratos y proteínas, regula la apertura y cierre de los estomas, mejorando el régimen hídrico, aumentando su tolerancia a sequias y heladas, (Moreno, 2007, p.18). El mayor contenido de potasio lo reporto Romero (1999) con 9,83% con estiércol porcino y el menor Arias (2004) que fue de 0,6%; de acuerdo a Ríos (1993) citado por Carranza (2006, p.16) el potasio en el humus se encuentra entre 0,5 a 3%. Los datos obtenidos por Palacios (1996), Garcés (1996) y Romero (1999) son relativamente altos permitiendo denotar que las dietas suministradas a estos animales eran elevadas en este nutriente.



**Gráfico 16-3:** Contenido de potasio presente en el humus, %

Realizado por: Madelayne G., Barba L., 2021

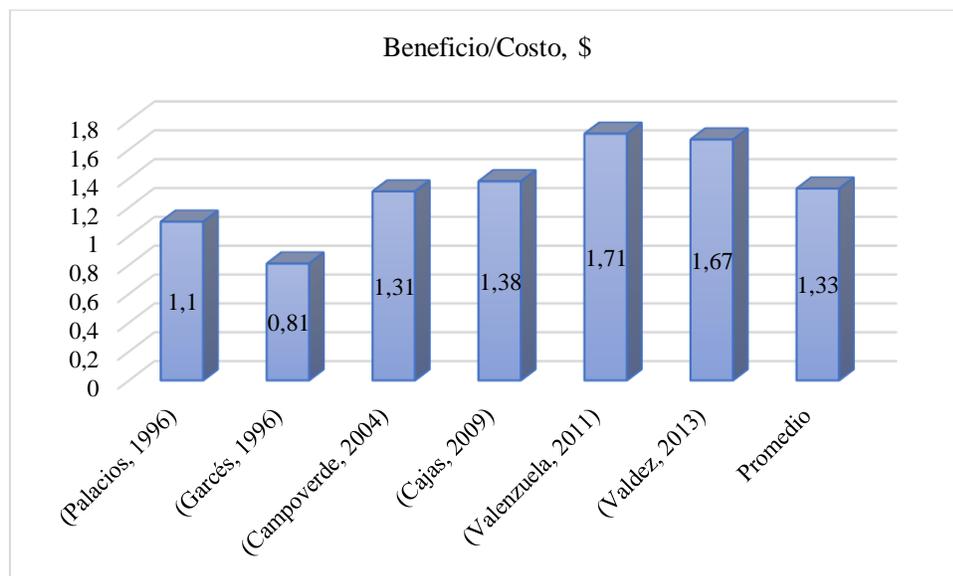
### 3.3 Análisis beneficio/costo

El costo del kilo de humus ha ido incrementando con el tiempo, esto se debe a que la población y específicamente los productores han tomado conciencia sobre el uso desmedido de fertilizantes químicos. Aunque no se ha eliminado totalmente el uso de estos productos, si se ha reducido, puesto que los resultados que se obtienen son realmente buenos, vegetales y pastos de mayor tamaño, sin embargo, grave es el daño que se produce en el suelo. Una forma de minimizar este daño es utilizando abonos orgánicos en conjunto con los químicos; como se observa en la tabla 11-3, por cada dólar invertido se obtiene entre 0,10 a 0,71 ctvs. más, estos valores varían de acuerdo con el sustrato utilizado y el periodo de maduración de estos.

El valor más bajo lo obtuvo Garcés (1996) puesto que el tiempo de maduración del estiércol bovino fue demasiado largo, 6 meses, cuando Stores (1960) citado por Mamani (2016) dice que lo adecuado

debe ser 20 días, caso contrario su calidad nutricional va disminuyendo y va a afectar el producto final y por consiguiente no se podrá recuperar lo invertido como sucedió en este caso. Sin embargo, es necesario mencionar que Valdez (2013) no consideró el análisis químico del estiércol ni el abono, además de que la dosis de siembra fue menor, en lo que respecta al valor de las lombrices no se podría considerar pues este a sido susceptible de muchos cambios con el paso del tiempo.

Palacios (1996) obtuvo un B/C de \$1,10 al utilizar cuyinaza y Valenzuela (2011) \$1,71 al trabajar con bovinaza y 1,07 con pollinaza, como podemos observar existen diferencias bastantes marcadas, a pesar de que únicamente Valenzuela (2011) consideró los gastos derivados del análisis químico del humus, esto debido a que la bovinaza al provenir de un rumiante posee enzimas y microorganismos que al ingerir las lombrices favorece la acción bacteriana por parte del aparato digestivo de este anélido, resultando en una mayor producción de humus.



**Gráfico 17-3:** Análisis del beneficio/ costo de la producción de humus de lombriz.

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

**Tabla 11-3:** Análisis de los costos

Variable	Autor						Promedio
	(Palacios, 1996)	(Garcés, 1996)	(Campoverde, 2004)	(Cajas, 2009)	(Valenzuela, 2011)	(Valdez, 2013)	
Sustrato utilizado	Cuyinaza de 1 mes de maduración	Bovinaza de 6 meses de maduración	Bovinaza	Bovinaza 50% y aserrín 50%	Bovinaza	Bovinaza	-
Ingresos totales, \$	7,79	6,18	33,92	28,04	18,83	143,5	39,71
Costos totales, \$	7,05	7,6	25,98	20,3	11	85,69	26,27
Utilidad bruta, \$	0,74	-1,42	7,94	7,74	7,83	57,81	13,44
Beneficio/Costo, \$	1,1	0,81	1,31	1,38	1,71	1,67	1,33

**Realizado por:** Madelayne G., Barba L., 2021

## CONCLUSIONES

El estiércol que proporciona las mejores condiciones para la reproducción es la bovinaza, con esta se logra obtener la mayor cantidad de cocones y lombrices jóvenes a los 120 días, cerca de 12500 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup> mientras que con la cuyinaza se obtuvo 276 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup>; con la inclusión de acelerantes de descomposición en la bovinaza, actinomicetos, se puede lograr incrementar esta población a 14028 lombrices jóvenes/m<sup>2</sup>.

El humus que presenta la mejor composición química es el que se realizó con estiércol bovino, puesto que presenta un buen equilibrio entre nutrientes, nitrógeno: 1,8, fósforo: 0,63 y potasio: 2,10; a diferencia de la cuyinaza, misma que presenta un elevado contenido de potasio, por su parte la porquinaza presenta niveles muy bajos de nitrógeno y fósforo mientras que de potasio fueron extremadamente altos 9,83 además de que el pH tendía a la acidez.

El sustrato que arrojó los mejores resultados en beneficio/costo fue el estiércol bovino pues se obtuvo un promedio de 60 kg/m<sup>2</sup> de humus y \$1,36 respectivamente, se deduce finalmente que la calidad del humus de lombriz varía de acuerdo con la concentración de nutrientes en los residuos de animales ya que influye el tipo de dieta consumida por los mismos.

## **RECOMENDACIONES**

Aunque el humus producido a partir de estiércol bovino genera buenos réditos económicos, se recomienda mezclarlo con desechos provenientes de cosechas, de cocina o de diferentes fábricas con la finalidad de obtener el máximo beneficio de estos productos, además los costos disminuirían puesto que el estiércol tiene un costo más elevado ya que es utilizado como abono directamente en las plantas.

Se debe tomar mucha atención a las condiciones climáticas que son expuestas las lombrices, así como al tamaño y cantidad del sustrato, si se les proporciona en grandes cantidades y tamaños inapropiados se corre el riesgo de que las lombrices no puedan degradarlo y comience la descomposición del mismo alterando el ambiente de estos anélidos.

Se recomienda hacer un análisis de suelo antes de aplicar un fertilizante, además no se debe utilizar de manera desmedida los agroquímicos, pues son un gran contaminante, como una manera de contrarrestar estos efectos se debería hacer uso de abonos orgánicos. Es decir, utilizarlos de manera conjunta.

## GLOSARIO

**Lombricultura:** La lombricultura consiste en la descomposición de residuos orgánicos, mediante un organismo biológico como la *Eisenia foetida*, para generar un abono con alto valor nutritivo útil al suelo, (Ramírez, 2016, p.278).

**Glándulas calcíferas:** Forman parte del aparato digestivo de la lombriz y su función es eliminar el exceso de calcio y mantener el pH constante en la sangre, (Sánchez, 2018, p.16).

**Anécicas:** Corresponde a la tercera categoría de lombrices de acuerdo a la clasificación ecológica. Se trata de lombrices de talla relativamente grande, robustas, de coloración café rojizo pardo o negruzcas, estas lombrices construyen galerías verticales que en algunos casos pueden llegar hasta más de un metro de profundidad, las anécicas toman los restos orgánicos desde la superficie del suelo, (Selles et al., 2006, p.12).

**Cocones:** Estructura o bolsa que contiene los huevos (óvulos fecundados), embriones o lombrices listas para salir de esta, (Schuldt y Testa, 2010, p.5).

**Precompostado:** Hace referencia a los elementos que han sido compostados previamente. Los residuos precompostados podrían ser más aceptables y causar menos mortalidad a las lombrices, debido a que pueden contener menos componentes potencialmente tóxicos tales como amonio o sales en los estiércoles animales, o taninos y ácidos en desechos verdes, (Acosta et al., 2013).

**Humatos:** Es un elemento soluble presente en el humus, entre estos tenemos los ácidos húmicos, fúlvicos, entre otros, (Jaramillo y Muñoz, 2018, p.28).

**Actinomicetos:** Los actinomicetos son bacterias aeróbicas, grampositivas, filamentosas y parcialmente ácido-alcohol-resistentes, ampliamente distribuidas en el suelo, así como también en otros ambientes naturales del mundo, (González, 2013, p.4).

**Pollinaza:** Es la excreta de las aves en engorda, es utilizado como insumo para la alimentación de rumiantes. Además de ser una fuente reconocida de proteínas y de energía también aporta una importante cantidad de minerales a los animales que la consumen, (Castellanos y Murguía, 2002, p.172).

**Cuyinaza:** Es el residuo orgánico recolectado de las granjas o unidades de crianza de estos animales. Está conformado, no solo por las excretas, sino también por alimentos sobrantes, pelos de los animales y otros materiales. La cuyinaza está compuesta por un significativo nivel de nitrógeno, fósforo y potasio, (Aguirre, 2017, p. 23).

## BIBLIOGRAFÍA

**ACUÑA MARRUFO, José Edgardo; & REYES SÁNCHEZ, Jean Jhonatan.** Eficiencia de *Lumbricus terrestris* y *Eisenia foetida* en el tratamiento de las aguas residuales en la ciudad de Bagua-Amazonas, 2015 [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Bagua, Perú. 2017. pp.28. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1208>

**ACOSTA-DURAN, Carlos Manuel;** et al. "Precomponiendo residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*". *Agron Costarricense* [en línea], 2013, (Costa Rica) 37(1), pp. 127-139. [Consulta: 7 de febrero de 2021]. ISSN 0377-9424. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid-S0377-94242013000100010&lng=en&nrm-iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid-S0377-94242013000100010&lng=en&nrm-iso).

**ACOSTA VIDAURRE, Rogelio.** Características físicas, químicas, microbiológicas y efectividad agronómica del abono líquido biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ciencias, Escuela de postgrado. Lambayeque, Perú. 2019. pp. 54. [Consulta: 15 de febrero de 2021]. Disponible en: <BC-TES-TMP-3309 ACOSTA VIDAURRE.pdf> ([unprg.edu.pe](http://unprg.edu.pe))

**AGUIRRE LÓPEZ, Edwin Wilfredo.** Producción de biofertilizante mediante fermentación de la cuyinaza por bacterias del género *Lactobacillus* aisladas del fermento de la chicha de cebada [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Católica Sede Sapientiae, Facultad de Ingeniería Agraria, Escuela de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú. 2017. pp.23. [Consulta: 7 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/209>

**ARIAS HERNÁNDEZ, María Luisa.** Evaluación de dos sistemas de pre-fermentación para la producción de compost y humus de lombriz con diferentes residuos ganaderos. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2001. pp.17-36

**AVILÉS GÓMEZ, Sandy Elizabeth.** Evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. Los Ríos, Ecuador. 2018. pp.14-20. [Consulta: 5 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5156>

**BLANCO CALLATA, Paulina Donata.** Aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum miller*) variedad Cherry en ambientes atemperados en el municipio de el alto [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 2018. pp.10-18. [Consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20550/T-2640.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**CAJAS SÁNCHEZ, Sonia Fernanda.** Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana) (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2009. pp.42-73

**CANTU SILVA, Israel & YANEZ DIAZ, María Inés.** Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo. *Rev. mex. de cienc. forestales* [en línea], 2018, (México) 9 (45), [Consulta: 2021-08-11], pp.122-151. ISSN 2007-1132. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322018000100122&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000100122&lng=es&nrm=iso).

**CAMPOVERDE DELGADO, Jenny Marisol.** Endulzamiento de los sustratos utilizados en la producción de lombriz roja californiana (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba- Ecuador. 2004. pp.24-64

**CARRANZA VILLALOBOS, Samuel.** Efecto del humus de lombriz sobre la producción del cultivo de col china híbrida (*brassica campestris*) var. *pekinensis* en Tarapoto – Perú [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias. Tarapoto, Perú. 2006. pp. 16. [ Consulta: 15 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/797>

**CASTAÑEDA QUILCARO, Wendy Melissa.** Uso de la Lombriz Roja (*Eisenia Foetida*) en lodos activados de la PTAR “San Antonio de Carapongo” y residuos orgánicos para la producción de humus- Lima 2018 [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú. 2018. pp.22. [Consulta: 16 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34590>

**CASTELLANOS RUELAS, A.; & MURGUÍA OLMEDO, M.** "Comportamiento de la contaminación microbiológica en alimentos balanceados para rumiantes elaborados con pollinaza". *Rev. Biomed* [en línea], 2002, (México) 13(3), pp. 171-177. [Consulta: 7 de febrero de 2021]. ISSN 1109-6088. Disponible en: [bio023c.pdf \(medigraphic.com\)](#)

**CASTELLANOS, Freda Nuemi; & VALECILLOS, María Gabriela.** Diseño de módulo de lombricultura [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Facultad de Ciencias Agrarias. Trujillo, Venezuela. 2011. pp.37-38. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: [http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde\\_arquivos/34/TDE-2012-09-23T06:16:29Z-1765/Publico/castellanosfreda\\_valecillosmaria.pdf](http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/34/TDE-2012-09-23T06:16:29Z-1765/Publico/castellanosfreda_valecillosmaria.pdf)

**COMPAGNONI, L; & PUTZOLE, C.** *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus* [en línea]. Washington-USA: Editorial de Vecchi, 2018. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Ag9dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=origen+de+las+lombrices&ots=Neh7X2NLaK&sig=\\_ESyGdf4TAtA57JsssQotjrUzGU&redir\\_esc=y#v=onepage&q=origen%20de%20las%20lombrices&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Ag9dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=origen+de+las+lombrices&ots=Neh7X2NLaK&sig=_ESyGdf4TAtA57JsssQotjrUzGU&redir_esc=y#v=onepage&q=origen%20de%20las%20lombrices&f=false) ISBN 978-1-68325-590-1

**CRUZ OVIEDO, Bachiller Miguel.** Efecto de la fuente alimenticia y densidad de inoculación en la biología y producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en el distrito de San Jerónimo–Cusco [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Moquegua, Perú. 2019. pp.31. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/723>

**DÍAZ, Eduardo.** *Lombricultura una alternativo de producción* [blog]. Estelí, Nicaragua: Grupo Acento SA, 2012. [Consulta: 7 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

**ESCOBAR, Fabiola; et al.** Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. *RevActaNova*. [en línea]. 2012, (Bolivia) 5(3) [Consulta: 2021-08-11], pp. 390-410. ISSN 1683-0789. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892012000100004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892012000100004&lng=es&nrm=iso).

**Gestion integral de residuos ganaderos como fertilizante (FERGIR).** *Compostaje de estiércoles* [blog]. Unión Europea: Algani, 2012. [Consulta: 29 de enero de 2021]. Disponible en: [Guia\\_de\\_compostaje\\_final\\_cast.pdf](#) (biolur.eus)

**GARAVITO NAJAS, Jenny Zorayda; et al.** *Descripción de metodologías del sistema de lombricultura para gestión de residuos sólidos orgánicos* [en línea]. Bogotá, Colombia: ECOE, 2012. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/3307700/DESCRIPCION\\_DE\\_METODOLOGIAS\\_DEL\\_SISTEMA\\_DE\\_LOMBRICULTURA\\_PARA\\_GESTION\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_ORGANICOS](https://www.academia.edu/3307700/DESCRIPCION_DE_METODOLOGIAS_DEL_SISTEMA_DE_LOMBRICULTURA_PARA_GESTION_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_ORGANICOS)

**GARCÉS LEON, Fanny.** Alimentación de lombrices (*Eisenia foetida*) con estiércol bovino en diferentes periodos de maduración (1,2,3 y 6 meses) en fases de crecimiento y reproducción (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 1996. pp.27-70

**GARRIDO GARCÍA, Rina.** Efecto de catorce sustratos para la producción de humus de lombriz roja (*Eisenia foetida*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Agraria de la Selva, Facultad de recursos naturales renovables. Tingo, Perú. 2014. pp.26. [Consulta: 5 de enero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1075>

**GODOY SEGOVIA, Angelica María.** Reciclaje de las heces fecales caninas en el parque Neptuno mediante la elaboración de humus usando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)- distrito de Santiago de Surco [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Tecnológica de Lima del Sur, Facultad de Ingeniería y Gestión, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental. Villa El Salvador, Perú. 2019. pp.29. [Consulta: 15 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/415>

**GONZÁLEZ CAMACHO, Diana Alicia.** Manual electrónico de actinomicetos [en línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios superiores Zaragoza. México, D.F. 2013. pp.4. [Consulta: 17 de febrero de 2021]. Disponible en: [https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis\\_gonzalez\\_camacho.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_gonzalez_camacho.pdf)

**JAIMES AMAYA, G.; et al.** "Utilización de residuos de la industria papelera para la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en la generación de vermicompost". Revista SENA [en línea], 2020, (Colombia) 2, pp. 118. [Consulta: 5 de enero de 2021]. ISSN: 1011-4568. Disponible en: [http://revistas.sena.edu.co/index.php/Re\\_Mo/article/view/3025](http://revistas.sena.edu.co/index.php/Re_Mo/article/view/3025)

**JARAMILLO ANDY, Judith Tatiana; & MUÑOZ NIVELÓ, María Rosario.** Diseño, construcción y automatización de un extractor de lixiviados a partir de humus de lombriz californiana (*Eisenia foetida*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2018. pp.20-28. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8790/1/17T1553.pdf>

**LIMACHI MENDOZA, Edgar.** "Efecto de tres dosis de sustratos en la alimentación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con estiércol bovino y aserrín descompuesto en Sapecho, Alto Beni". Revista APTHAPI [en línea], 2018, (Bolivia) 4(2), 1128-1136. [Consulta: 27 de octubre de 2020]. ISSN: 2519-9382. Disponible en: <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/246>

**LÓPEZ MACHICADO, Rosmery.** Evaluación de la dosis de caldo de humus de lombriz bajo sustrato sólido hidropónico en el cultivo de la paprika (*Capsicum annum L.*) en condiciones de ambiente protegido en la ciudad de el alto [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 2019. pp.32-33. [Consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/GABY/Documents/TESINA/Info%20lombrices/Caldo%20de%20humus%20y%20sustrato%20hidroponico%202018.pdf>

**LÓPEZ MACHICADO, Rosmery; et al.** "Evaluación de la dosis de caldo de humus de lombriz bajo sustrato sólido hidropónico en el cultivo de la paprika (*Capsicum annum L.*) en condiciones de ambiente protegido en la ciudad de El Alto". Revista APTHAPI [en línea], 2019, (Bolivia) 5(3), p. 1712-1720. [Consulta: 7 de octubre de 2020]. ISSN: 2519-9382. Disponible en: <http://apthapi.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/38>

**MACZ DE LA CRUZ, Jhony Eduardo.** Comparación de lombrihumus elaborado con estiércol bovino, equino y caprino en términos de rendimiento y contenido de N-P-K [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Zootecnia. Guatemala. 2013. pp.11-18. [Consulta: 27 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2090/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Jhony%20E%20Macz%20de%20la%20Cruz.pdf>

**MAMANI LIMA, Wilfrido.** Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con alimentación de estiércoles de animales en el vivero forestal de la prelatura de Corocoro en Patacamaya provincia Aroma la Paz [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad

Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Escuela de Ingeniería en producción y comercialización Agropecuario. La Paz, Bolivia. 2016. pp. 13-23. [Consulta: 27 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9303>

**MAYORGA SANDOVAL, Katherine Fredinda; & UREY BLANCO Damaris del Socorro.** Evaluación de la reproducción de lombrices de tierra Roja Californiana (*Eisenia foetida*), Roja Cubana (*Eudrillus* sp) y características químicas del lombriabono con diferentes residuos orgánicos, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN- León de Marzo-Mayo 2014 [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Autónoma de Nicaragua- León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Escuela de Ingeniería en Agroecología Tropical. León, Nicaragua. 2015. pp.18. [Consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3488/1/228495.pdf>

**MELÉNDEZ VEGA, Néstor Daniel.** Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.) con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental La María, año 2014 [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agropecuaria. Quevedo, Ecuador. 2015. pp.35. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1548>

**MÉNDEZ PEÑA, Homero Ismael.** Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción de humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agropecuaria. Quevedo, Ecuador. 2015. pp.25-26. [Consulta: 31 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2365>

**MERIÑO VALLE, Edgar Andrés; & OLAVE LOPEZ- Jhony Alberto.** Proceso de lombricompostaje para la producción de bio-abono en la reserva forestal, Finca Mameyales, municipio de Piojó. Atlántico [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería Ambiental-Zootécnica. Piojo, Atlántico. 2019. pp.27. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27548>

**MORENO RESÉNDEZ, Alejandro.** *Elementos nutritivos. Asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en los suelos* [en línea]. Amertown International S.A., 2007. [Consulta: 7 de enero de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=KAqX9kMkCyEC&oi=fnd&pg=PA7&dq=funcion+es+del+fosforo+en+las+plantas&ots=knKc5fX0dv&sig=HQ4IwOu9BuMt7sHWeOSBn7F6EJE>

**MOSCOSO GÓMEZ, Marcelo Eduardo.** Evaluación de la melaza, *Streptomyces* sp y diferentes densidades de siembra de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la obtención de humus (Trabajo de titulación) (Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Postgrado. Riobamba-Ecuador. 2000. pp.39-77

**MULATO CCASANI, Norma; & POMA ENRIQUEZ, America.** Evaluación de la densidad poblacional, peso y longitud de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas en estiércol y compost de bovino y ovino [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Zootecnia. Huancavelica, Perú. 2012. pp. 35. [Consulta: 6 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/733>

**PALACIOS, Raquel.** Efectos de 5 tratamientos de maduración de estiércol de cuy (1,2,3 y 6 meses) en las fases de crecimiento, reproducción y producción de abono de lombriz (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador.1996. p.22-74

**PALQUIBAY CAMBI, Freddy Vinicio.** Elaboración de un modelo para el desarrollo sustentable de agroecosistemas de la comunidad El Guzo, cantón Penipe [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Zootecnia. Riobamba, Ecuador. 2019. pp.15. [Consulta: 5 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13372/1/17T01599.pdf>

**PARRA, V.** Establecimiento de un lombricultivo a base de estiércol de conejo (conejaza) y evaluación de la producción de humus [en línea] Universidad de Cundinamarca, Facultad de Zootecnia. Fusagasugá, Colombia. 2011. [Consulta: 19 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vimoreno/presentacion-pasantia-vivi>

**QUINTANA CARMONA, Alithu Aylin; & CORONEL GARCÍA, Carlos Enrique.** Efecto de dosis creciente en la aplicación de humus en el rendimiento de tara (*Caesalpinia spinosa*) durante el segundo año de producción, en la parte baja del Valle Chancay [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Agronomía. Lambayeque, Perú, 2018. pp.19. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/308>

**RAMÍREZ JOYO, Nancy del Carmen.** "Lombricultivo en la producción de abono orgánico para fomento de valores ambientales". Rev. Scientific [en línea], 2016, (Venezuela) 2(3), pp. 278.

[Consulta: 7 de febrero de 2021]. ISSN:2542-2987. Disponible en: <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.3.15.276-288>

RIVERA BEJARANO, Wiliam Deive. Humus de lombriz en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L.) CV. 'LEGACY' bajo cobertura de plástico y mulch orgánico en sistema de riego por goteo en Cayma – Arequipa [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Agronomía. Arequipa, Perú. 2016, p.22. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2372>

**ROMERO MANCERO, Romeo Byron.** Estudio comparativo de seis diferentes tipos de sustrato en la producción de humus de lombriz y su incidencia productiva en hortalizas (rábano, acelga, cebolla blanca, col) (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 1999. pp.28-51

**SALAMANCA, Arcsecio.** "Suplementación de minerales en la producción bovina". REDVET [en línea], 2010, (Colombia) 11(9), pp. 1-10. [Consulta: 14 de febrero de 2021]. ISSN: 1695-7504. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/46818191\\_Suplementacion\\_de\\_minerales\\_en\\_la\\_produccion\\_bovina\\_-\\_Mineral\\_supplementation\\_for\\_cattle\\_production](https://www.researchgate.net/publication/46818191_Suplementacion_de_minerales_en_la_produccion_bovina_-_Mineral_supplementation_for_cattle_production)

**SÁNCHEZ BANDERA, Juan Manuel.** Vermicompostaje de residuos orgánicos con lombrices del género *Eisenia*. Caracterización del producto [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Sevilla, España, 2017. pp.7-11. [Consulta:1 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/64332/TFG%20Juan%20Manuel%20Sanchez%20Lombri cultura.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

**SÁNCHEZ MENDOZA, Johan Jesús.** Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, *Eisenia foetida* y *Lumbricus* sp., en la provincia de Arequipa [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Arequipa, Facultad de Agronomía, Escuela Profesional de Agronomía. Arequipa, Perú. 2018. pp.16-17. [Consulta: 8 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4777>

**SELLES VAN SCH, Gabriel; et al.** "Lombrices de tierra como agentes mejoradores de las propiedades físicas del suelo en huertos frutales". INIA [en línea], 2006, (Chile), pp. 1-89. [Consulta:7 de febrero de 2021]. ISSN: 0717-4829. Disponible en: <http://200.54.45.229/handle/20.500.11944/145524>

**SCHULDT, Miguel; & TESTA, Hernán.** "La fecundidad de las lombrices rojas- (Fecundity of red earthworms)". REDVET [en línea], 2010, (España) 11(10), p. 1-12. [Consulta: 8 de febrero de 2021]. ISSN: 1697-7504. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63615698009.pdf>

**SOTO MORA, Emma Socorro; et al.** Evaluación del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbono/nitrógeno. Revista Iberoamericana de Ciencias [en línea], 2016, (México) 3(5), 98-105. [Consulta: 12 de agosto de 2021] ISSN: 2334-2501. Disponible en: <http://reibci.org/publicados/2016/oct/1800105.pdf>

**TERÁN TORRES, Adrián Octavio.** Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos [en línea] (Trabajo de titulación). (Medicina Veterinaria) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. Babahoyo, Ecuador. 2017, pp.16. [Consulta: 14 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3310/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**VALDEZ LOOR, Roque Serafín.** Niveles de estiércol de bovina más cáscara de cacao en la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*). [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de estudios a distancia, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Los Ríos, Ecuador. 2013. pp.43-71 [Consulta: 2 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/537>

**VALDIVIEZO TARRILLO, Lorena Soleil.** "Mortalidad de *Eisenia foetida* sometida a estiércol bovino con residuos de ivermectina. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Piura, Facultad de Zootecnia, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria. Perú, Piura. 2015. pp.28 [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/905>

**VALENZUELA ANDRADE, Paco Marcelino.** Elaboración de humus de lombriz utilizando cuatro fuentes de materia orgánica, para mejorar el contenido nutricional del suelo. Imbabura, 2010. [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica Sede El Ángel- provincia del Carchi. El Ángel, Ecuador. 2011. pp. 29-31. [Consulta: 6 de enero de 2021]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/112>

**VILLEGAS CORNELIO, Víctor Manuel; & LAINES CANEPA, José Ramón.** "Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos". Rev. Mex. Cienc. Agríc [en línea], 2017, (México) 8(2), pp.393-406. [Consulta: 12 de

noviembre de 2020]. ISSN 2007-0934. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000200393&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000200393&script=sci_arttext)

**YOLMAR RÍOS, S.** *Importancia de las lombrices en la agricultura* [blog]. 2005. [Consulta: 10 de noviembre de 2020]. Disponible en:  
[http://mx1.rapaluruaguay.org/organicos/Importancia\\_lombrices\\_agricultura.pdf](http://mx1.rapaluruaguay.org/organicos/Importancia_lombrices_agricultura.pdf)