

# I. INTRODUCCIÓN

Una de las alternativas para conservar el ambiente sin contaminación es la producción de abonos orgánicos como el “humus de lombriz”, beneficiando directamente a los productores y consumidores, siendo estos últimos quienes impulsan el uso y manejo adecuado de los suelos agrícolas.

El manejo adecuado de la fertilidad del suelo es la clave para propiciar el desarrollo de una agricultura sostenible, que garantiza la fertilidad biológica, física y química del suelo y a su vez la preservación de organismos y microorganismos que viven en este ecosistema.

Los abonos orgánicos resultan de la aplicación de tecnologías sencillas de bajo costo, que permiten reciclar los nutrimentos que se encuentran en los desechos animales y vegetales, con los cuales se va a contribuir a la fertilidad de los suelos, mejorando su capacidad productiva y propiciando su manejo ecológico a fin de reducir paulatinamente el uso de fertilizantes sintéticos para evitar su deterioro y la contaminación de los recursos naturales.

El “humus de lombriz” se obtiene a través de la actividad denominada lombricultura, que es una biotecnología que utiliza a la lombriz como una herramienta de trabajo, recicla toda clase de materia orgánica (vegetales, animales y residuos domésticos) obteniendo como fruto de este trabajo el “humus”.

La lombricultura es una actividad que apoya a todos los sistemas de producción agrícola y a su vez contribuye en la economía de pequeños y medianos agricultores, ya que se evidencia como un negocio en expansión porque se constituye en el medio más rápido y eficaz para la recuperación de los suelos en el sector rural.

El humus de lombriz es uno de los abonos que se empezaron a utilizar en los últimos años, durante el trabajo se enfocará el análisis de los componentes que se presentan en los diferentes tipos de sustratos.

Es importante apreciar que la rentabilidad de los cultivos ha sido incrementada con la utilización del humus frente a la acción de otros abonos orgánicos, esto se da porque el humus tiene una composición muy rica y el Nitrógeno es considerado como el componente más esencial para mejorar la calidad y rentabilidad de los cultivos, debido a que el nitrógeno es el elemento que aumenta el tamaño y la producción de los cultivos de hortalizas y frutales.

Para el presente trabajo, se ha procedido a la revisión de literatura con referencia a la agricultura orgánica en general y se ha profundizado en la revisión de distintas experiencias sobre las características y contenidos del humus y de la lombriz roja californiana.

En un segundo momento, se evidencia el proceso de producción de humus con la lombriz roja californiana en relación a la utilización de diferentes tipos de abonos de especímenes, como son: estiércol de bovino, cuy, pollo y residuos vegetales, este punto es el más importante ya que en este se basa la presente investigación, en esta parte se da a conocer el análisis bromatológico, contenido de macro y microelementos, el pH, rendimiento, tiempo de desdoblamiento, temperatura y crecimiento poblacional.

Además se sintetiza los pasos a seguir en el proceso de producción del humus y cómo fue su desarrollo durante el período de la investigación.

Uno de los propósitos del presente trabajo de investigación, fue el de identificar la fuente de materia orgánica más adecuada para la producción de humus de lombriz, siendo evidente que la materia orgánica debe tener un proceso previo de descomposición antes de ser incorporada conjuntamente con las lombrices; y, al obtener el humus, los beneficiados son los pequeños agricultores ya que reciben un beneficio de doble vía, por un lado obtienen un abono de excelente

calidad a bajo costo y por otro lado contribuyen en el cuidado de los recursos naturales.

En la investigación, para la producción de humus, se utilizó la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) que es la lombriz más conocida y utilizada en más del 80 % de los criaderos del mundo.

En el Ecuador los abonos orgánicos cada vez tienen mayor demanda, por lo que los agricultores están motivados en fomentar esta actividad de la lombricultura ya que además de ser un producto con altos porcentajes de nutrientes para el suelo, garantiza la producción de productos libres de contaminación.

Luego de la investigación, se puede afirmar que quienes están diariamente en el trabajo de la agricultura, son las personas más idóneas para buscar alternativas agroproductivas desde la propia experiencia, de tal forma que contribuyan a una solución integral en donde se puede conjugar un manejo del recurso suelo en particular y a su vez contribuye al manejo del ambiente; además incide en una rentabilidad económica.

## **1.1. Objetivo general**

Incentivar la producción del “humus de lombriz” mediante la utilización de cuatro tipos de sustratos y establecer el contenido de macro y micro elementos.

## **1.2. Objetivos específicos**

**1.2.1.** Identificar el tiempo de proceso de desdoblamiento en cada tratamiento.

**1.2.2.** Establecer el contenido nutricional en cada tratamiento.

**1.2.3.** Identificar la fuente de materia orgánica más adecuada para la producción de humus de lombriz.

**1.2.4.** Analizar económicamente los tratamientos.

## **1.3. Hipótesis**

Ha: Produciendo humus de lombriz "*Eisenia foetida*" con la utilización de diferentes tipos de sustratos, se incrementará el contenido de macro y micro elementos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. La lombricultura. Características de la lombriz *Eisenia Foetida*

Si se remite a la historia de las comunidades antiguas, se conoce que una de las primeras civilizaciones agrícolas que cuidaron y reconocieron la importancia de la lombricultura fueron los Humerios, los egipcios llegaron a venerarla luego que Cleopatra la sacralizó. Revisando entonces la historia de esa nación, se afirma que el río Nilo inundaba cada año las tierras agrícolas y cuando las aguas se retiraban quedaba el limo, era entonces cuando las lombrices trabajaban durante todo el ciclo de cultivo, depositando cerca de trecientas toneladas de humus por hectárea, por esta razón en esta región un campesino que tocara a una lombriz, ofendía a la diosa de la fertilidad.

Si bien la lombriz cumple en forma natural un importante papel regenerador de la tierra, ella se ofrece como una herramienta de trabajo para el reciclaje de desechos. En el tiempo de la antigua Grecia, Aristóteles las llamó “los intestinos de la tierra” por su gran capacidad de reciclaje a pesar de que se alimentan de un volumen igual a su peso (un gramo diario) bajo la consideración de que la lombriz es la mayor biomasa animal sobre la tierra.

En este siglo en la década de los años cuarenta, se da inicio a la crianza de lombrices con fines comerciales, pero en una forma simple y con conocimientos basados en la experiencia personal que poseía cada productor de lombrices, solo a partir de la década de los años ochenta aparece la lombricultura como una biotecnología con capacidad de respuesta para enfrentar el procesamiento de la gran variedad de desechos orgánicos que generan las actuales civilizaciones humanas. (SNV, Manual del Lombricultor, una alternativa ambiental, económica y social, 2001).

## **2.2. Concepto de Humus**

El concepto de humus, sus propiedades y la base genética rusa que a principios de este siglo dieron énfasis al estudio de la ciencia del suelo. El humus es una sustancia lipnoproteica bastante estable a la descomposición, es un compuesto predominante de la materia orgánica de los suelos, la materia orgánica está compuesta por los compuestos de origen biológico que se presentan en el suelo, (Albán y Marín, 2002).

De acuerdo a Suquilanda (1996), se denomina humus a la materia degradada que ha llegado a su último grado de descomposición por efectos de micro organismos, hasta estabilizarse como coloide.

El humus de lombriz es el fertilizante orgánico por excelencia y es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz. En nombres comerciales se presenta como casting o lombricompost, es muy rico en nitratos, fosfatos, potasio y otros minerales; pero sobre todo contiene en forma equilibrada gran cantidad de vitaminas fitoregulatoras naturales y flora microbiana activa que contribuyen a restablecer la fertilidad natural del suelo.

El humus además de constituirse en un excelente abono, mejora las características físico-químicas del suelo.

## **2.3. Características del Humus.**

Según Valarezo (2001), el humus tiene un pH entre 6.7 a 7.2 que le confiere el carácter de sustancias neutras, lo que significa que es un producto óptimo, gracias a esta propiedad es catalogado como uno de los mejores abonos orgánicos.

En el estudio que realizaron Albán y Marín, 2002, el humus contiene una elevada carga enzimática, protegiendo a la raíz de algunas bacterias patógenas e incluso de nemátodos. El humus a diferencia de otros abonos

orgánicos, es utilizado por las plantas en el estado que se encuentra, sin sufrir transformaciones; además de ser rico en sustancias orgánicas y compuestos nitrogenados, el humus tiene óptimas cantidades de calcio, potasio, fósforo y otros minerales; además una vasta gama de enzimas que desarrollan un rol muy importante en la fertilidad del suelo y elementos fitoreguladores (particularmente auxinas) y hormonas vegetales.

En el Manual de lombricultura una alternativa ambiental, económica y social, se señala que por la acción de imán que posee el humus atrae hacia sí partículas de nutrientes y agua, estos elementos son liberados en forma dosificada y sistemática cuando las plantas lo necesitan, esta acción de imán hace posible que los suelos que lo contienen originen estructuras granulosas que permiten un mejor desarrollo radicular.

El humus de lombriz opera en el terreno con una acción biodinámica mejora la estructura y la textura del suelo, lo hace más permeable al agua y el aire, retiene y libera lentamente los nutrientes para que las plantas los aprovechen en forma sana y equilibrada, controla los microorganismos patógenos responsables de las enfermedades de las plantas.

Tiene un efecto residual en el suelo de hasta cinco años, debido a las características del humus de lograr mejoras físicas y aumentar la capacidad de retención de humedad del suelo que lo contiene (1 kg de humus es capaz de absorber 1,6 litros de agua), presenta la propiedad de atenuar los fenómenos erosivos hídricos producidos en suelos desnudos.

Ejerce un efecto lampón debido a que madura los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan a él por contaminación, de esta forma un suelo que posee un nivel adecuado de materia humificada, se encuentra con mayores defensas frente a invasiones bacterianas y fungicidas tóxicos para las plantas.

El humus posee una alta carga de microorganismos (veinte mil millones por gramo en base seca) esto le confiere características de abono biológico, la relación entre micro organismos y raíces hace aumentar la disponibilidad de nutrientes asimilables como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro, zinc, etc.

El humus contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol. Además según valores de producción del lombricompuesto, una población inicial de lombrices de 1.000 en el mes cero se incrementa a 10.000 al tercer mes y a 100.000 a los seis meses. (Sánchez, 2003).

Según el informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se estima que 100.000 de los 2.1 millones de granjeros se encuentran realizando agricultura sin ningún tipo de químicos, o a su vez están en el paso de eliminarlos.

Hugo Casteló, biólogo de la comunidad científica argentina, explica que este cambio de ir hacia alternativas en donde no se usa químicos y menos aún los tóxicos, se da por la conciencia de las personas de cada vez consumir productos sanos.

La producción de lombrices entonces avizora buenas perspectivas a futuro ya que se convertiría en un negocio de producción diversificada que generaría buenos ingresos económicos; y, por otra parte la lombricultura se convierte en una excelente alternativa de manejo de desechos sólidos.



## 2.4. Elementos del humus de lombriz.

**Cuadro 1.** Componentes básicos que contiene el humus de lombriz y sus porcentajes

Componente	Porcentaje %
pH	7,5
Materia Orgánica	60
Humedad	55
Nitrógeno	2
Fósforo	1,5
Potasio	1,5
Carbón orgánico	35
Relación carbono/nitrógeno	12
Activos fúlvicos	3
Ácidos húmicos	7

**Fuente:** Manual de Lombricultura

**Elaborado por:** el autor

## 2.5. Características Generales de la Lombriz

### 2.5.1. Biología

Las lombrices son organismos de tierra que pertenecen al orden de los Oligoquetos, del griego oligo (escaso) y queto (pelo), por alusión a las diminutas filas de cerdas que recorre su cuerpo en la parte vertical y lateral y que sirven como elemento de agarre durante su desplazamiento.

Para cavar, la lombriz contrae los músculos longitudinales, el cuerpo se dilata, agrandándose la abertura de la galería, luego al contraer los músculos longitudinales se adelgaza y se desliza.

Una buena parte del cuerpo de la lombriz está ocupado por el canal digestivo, tubo que la recorre de un extremo al otro. A medida que el animal cava la galería, incorpora tierra y materia orgánica, humedeciéndola previamente con enzimas para ablandar los tejidos.

### **2.5.2. Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*)**

En muchos países del mundo se ha experimentado con la lombriz roja californiana, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho; es muy prolífera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida y su longevidad está próxima a los 16 años.

Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días 1.000.000 de lombrices, al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus.

La lombriz roja californiana, se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria.

Produce enormes cantidades de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.

A partir de la lombriz, se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica, así por ejemplo a partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

La lombriz roja californiana, presenta características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano.

Se establece que a pesar de que la lombriz californiana es tan pequeña posee un complejo sistema anatómico tanto interno como externo, aspecto que la cataloga como una especie preparada para la actividad recicladora de recursos orgánicos (desechos).

La lombriz roja de California vive en zonas con clima templado, su temperatura corporal está entre 15 a 20 grados centígrados es de color rojo oscuro, respira a través de la piel no tiene dientes y succiona el alimento por su boca. La lombriz tiene células especiales a lo largo del cuerpo sensible a la presencia de luz y calor, los rayos solares las matan.

A pesar de ser un organismo biológicamente simple, la lombriz constituye un perfecto laboratorio que mediante un proceso digestivo-enzimático transforma todo tipo de restos vegetales y animales en un abono orgánico granuloso, inodoro, rico en los principales minerales que las plantas requieren para su desarrollo y producción.

Apenas la lombriz absorbe el alimento, a través de una contracción que hace con su boca y faringe se produce en esta última una primera acción enzimática. La materia ingerida comienza a fragmentarse y a sufrir cambios en su pH.

Cuando llega al estómago otras enzimas actúan nuevamente y todos los nutrientes se separan, el alimento triturado y mineralizado llega luego a las glándulas moren que segregan carbonato calcio, con el que se va regulando el pH; de aquí en adelante comienza la síntesis húmica.

Rivera, 2005, en su investigación sobre producción de humus, aplicó Terapia Homa y la ceniza de Agnihotra con 1.000 lombrices/m<sup>2</sup>, reduciendo la población de lombrices a la mitad, permitiendo mayor número de camas de lombricultura con una población menor de anélidos de la especie *Eisenia Foetida*. Lográndose una mayor cantidad de humus y de alta calidad con una menor cantidad de lombrices.

Para la alimentación de las lombrices, se debe tomar en cuenta que la materia orgánica debe estar parcial o totalmente descompuesta, sino es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75°C), matarán a las lombrices (Sánchez, 2003).

## **2.6. La agricultura orgánica**

Para definir la agricultura orgánica primero se necesita dar un significado del término orgánico. En términos biológicos orgánico se lo define como un objeto procesado por un ser vivo, para generalizar se llama orgánico a todo lo natural.

El Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, define a los cultivos orgánicos como “La agricultura apropiada para las particularidades de los ecosistemas en los que se desarrolla y con los cuales guarda relaciones armoniosas”.

Los cultivos orgánicos proponen alimentar los microorganismos del suelo para que estos a su vez de manera indirecta favorezcan a las plantas, esto se realiza mediante la adición de ciertos desechos naturales tales como: estiércol de animales, desechos urbanos compostados, polvo de rocas minerales, etc.

Las ventajas de la agricultura orgánica son:

- Mejora la calidad orgánica del suelo, facilitando la penetración del agua y las raíces por los poros que se forman en el suelo.
- Incrementa la retención de humedad.
- Mejora la actividad biológica.
- Disminuye los precios de los abonos y el costo de producción, etc.

La agricultura orgánica se basa en productos naturales, procedentes de seres vivos, concede riqueza nutricional al suelo, y todo cultivo sembrado en el sector abonado, ganará: aumento de tamaño, sabor, y valores nutricionales.

El uso de agroquímicos en la producción de alimentos ha sido cuestionado en todo el mundo porque los efectos de estos productos sintéticos pueden causar serios trastornos en el medio ambiente y por supuesto la salud de los seres vivos; en los humanos estos pueden causar cáncer, mutaciones en los cromosomas y deformaciones de los embriones.

En países tercermundistas todavía no existen mecanismos que permitan tener un control adecuado sobre estos químicos, por lo que es evidente los trastornos en la naturaleza, con pérdidas sensibles de vidas humanas y millones de dólares en la inversión de productos que reviertan los efectos de estos agroquímicos.

Para combatir el uso de agroquímicos que en su mayoría pueden ser tóxicos, una alternativa viable es utilizar la agricultura orgánica como medio de producción. Esto reduciría notablemente el impacto ambiental producido por los químicos agropecuarios.

## **2.7. La materia orgánica.**

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la productividad agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas.

Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en insumos importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus.

El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea, es materia orgánica no totalmente descompuesta.

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc.

## **2.8. Principales características de los abonos estudiados**

Las investigaciones realizadas por SICA, (Rizo, 2002), señala que abonar los suelos tiene como fin devolverles los nutrientes que las plantas han extraído en su etapa productiva; para este propósito los agricultores ecológicos encuentran en el mercado abonos de origen animal, minerales naturales, abonos verdes, compost y humus.

Los de origen animal se elaboran con estiércoles de bovinos, aves de corral y cabras, entre otros, que mejoran la estructura de los suelos y la disponibilidad de aguas y nutrientes para las plantas.

De fuentes naturales proceden otro tipo de abonos minerales, como la turba (utilizada para la germinación de semilleros), la cal (para estabilizar la acidez de los suelos) y otros como los sulfatos de potasio, calcio y magnesio, y la roca fosfórica.

El estiércol más común usado por los agricultores en el Ecuador es el resultado de la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos y los residuos vegetales que les sirven de cama.

La ventaja de la utilización del excremento es que este permite el paso de los diferentes nutrientes que incrementan la retención de humedad, además mejora la actividad biológica, y por ende su productividad.

### 2.8.1. Estiércol de Bovino

De acuerdo a Bustos (2001), este es un insumo que se coloca en primera plana, pues además de ser el abono orgánico más antiguo utilizado por el hombre, la experiencia permite poner en evidencia su "influencia excelente sobre la fertilidad de los suelos.

**Cuadro 2.** Composición del estiércol de bovino.

<b>Bovino</b>	<b>Agua %</b>	<b>Materia orgánica kg/t</b>	<b>Nitrógeno kg/t</b>	<b>Fósforo P205 kg/t</b>	<b>Potasio K20 kg/t</b>
	83	170	50	20	35

Este estiércol presenta una condición de manejo fácil, debido a su menor compactación y acidificación. Tiene la ventaja de que contiene enzimas que ayudan a facilitar la acción bacteriana al pasar por el tracto digestivo de la lombriz.

El contenido de nitrógeno depende del tipo de alimentación suministrado a los animales, ya sea forrajes, mezcla con leguminosas o con complemento a base de concentrados. Oscilando entre 1,0 y 2,0 de nitrógeno, adicionalmente contiene vitaminas, antibióticos que ayudan al crecimiento de la lombriz, por tanto resulta una excelente fuente de alimentación.

Se ha determinado un peso promedio de 0,4 g/lombriz en condiciones de manejo normal. Se requiere un período previo de añejamiento antes a su uso como alimento, este tiempo puede oscilar entre 15 a 20 días, dependiendo de las condiciones climáticas especialmente temperatura.

### 2.8.2. Estiércol de Cuy

Según el manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos (1998), establece que el abono de cuy es uno de los más apreciados en relación al de los conejos y demás especies.

Se observa en siguiente cuadro:

**Cuadro 3.** Composición química del estiércol de cuy

<b>Cuy</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fósforo</b>	<b>Potasio</b>
Ppm	0.70	0.05	0.31

### 2.8.3. Estiércol de pollo

Es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos fermentados, mejora las características de la fertilidad del suelo, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

**Cuadro 4.** Composición del estiércol de pollo

<b>Pollo</b>	<b>Agua %</b>	<b>Materia orgánica kg/t</b>	<b>Nitrógeno kg/t</b>	<b>Fósforo P205 kg/t</b>	<b>Potasio K20 kg/t</b>
	55	450	105	80	40

El manual de lombricultura señala; que todos los productos (estiércol y residuos vegetales) a emplearse como alimento para las lombrices deberán ser fermentados en un período de 30 a 90 días aproximadamente, y una vez que



se obtenga una masa con un pH de 6 a 8.5, humedad del 75% y temperatura de 20°C, está lista para ser colocada en los lechos donde se criarán las lombrices.

El criterio de Suquilanda, en Abonos orgánicos y biofertilizantes es que recomienda colocar el material a fermentar en capas de 10 cm, espolvorear cal viva sobre cada capa (300 g/m<sup>2</sup>) hasta formar montones sobre el nivel del suelo, de forma triangular de 80 cm. De altura 1 metro en la base y 80 cm en la parte superior, y por el largo necesario.

#### **2.8.4. Residuos vegetales**

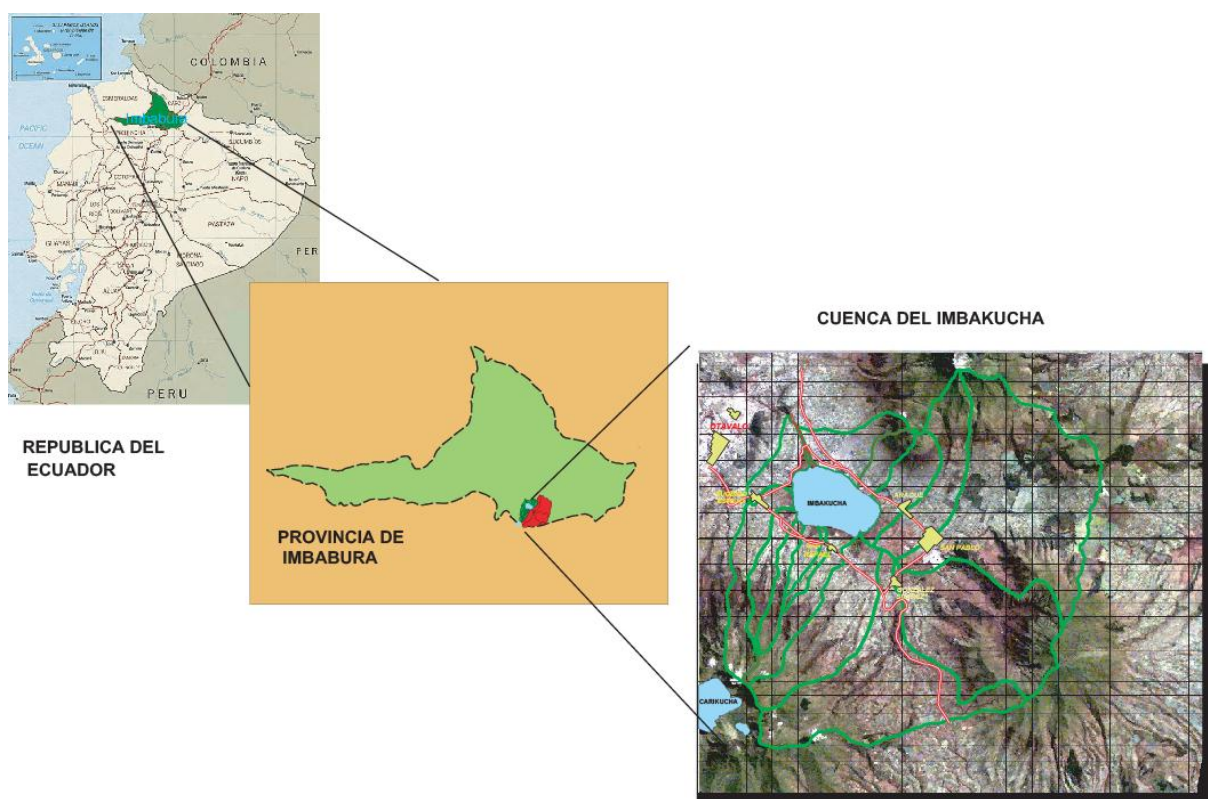
Los residuos vegetales, antiguamente eran colocados directamente a la tierra sin ningún tipo de proceso; sin embargo en la actualidad se hace necesario su procesamiento a fin de optimizar de mejor forma sus nutrientes y sobre todo en el menor tiempo posible.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del área experimental

El presente trabajo se realizó en la comunidad de Puerto Alegre que presenta las siguientes características<sup>1</sup>:

##### 3.1.1. Características geográficas



**Figura 1.** Ubicación de la Parroquia  
**Fuente:** Plan de Manejo de la Cuenca del Imbakucha

<sup>1</sup> Datos tomados de la Estación Meteorológica del Colegio Agropecuario Carlos Ubidia Albuja, Otavalo

Provincia: Imbabura  
Cantón: Otavalo  
Parroquia: Eugenio Espejo  
Sector: Puerto Alegre  
Altitud: 2.670 msnm

### **3.1.2. Características metereológicas**

Temperatura promedio anual: 14,7 °C  
Precipitación promedio anual: 940 mm  
Humedad relativa promedio: 80 %  
Temperatura mínima (promedio): 12 °C  
Temperatura máxima (promedio): 28 °C

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Materiales**

Para la elaboración de humus se empleó la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y como materia orgánica los estiércoles y residuos vegetales descritos anteriormente.

Otros materiales son:

- Aceite quemado para proteger la madera.
- Barretas, duelas, palos, picos, piola, manguera y regadera.
- Estacas para sujetar las camas.
- Metro, carretilla, clavos y martillo.

### **3.2.2. Equipos**

- Balanza electrónica.
- Termómetro.
- Calculadora.

### **3.3. Factores de estudio**

Se evaluó los siguientes factores:

- La materia orgánica de origen animal (provenientes de tres tipos de sustratos) y una fuente de materia orgánica de origen vegetal.
- Se midió el tiempo que es necesario para la producción de humus en cada uno de los tratamientos.
- Una vez elaborado el humus se estableció el contenido nutricional en cada tratamiento para emitir las conclusiones respectivas.
- El incremento poblacional de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetipa*) y su alimentación.

### **3.4. Tratamientos**

Los tratamientos que se evaluaron fueron, los tres primeros en los que se utilizó materia orgánica de estiércol de animales; y, en el cuarto se utilizó residuos vegetales (trigo), el mismo que a su vez se constituye en el grupo testigo como se observa en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Detalle de los tratamientos estudiados

<b>Tratamientos</b>		<b>Aplicaciones</b>	
<b>No.</b>	<b>Estiércol 150 Kg/lecho</b>	<b>Materia Orgánica</b>	<b>Lombrices</b>
1	Bovinaza	150 kg	0,5 Kg
2	Cuyinaza	150 kg	0,5 Kg
3	Pollinaza	150 kg	0,5 Kg
4	Sin uso de estiércol	150 kg	0,5 Kg

### **3.5. Metodología**

Se utilizaron los métodos teóricos: inductivo – deductivo, análisis y síntesis, y, el método experimental.

Es necesario señalar que para el presente trabajo en primer lugar se identificó a personas de la comunidad que estaban interesadas en alternativas de uso de abonos orgánicos, primero porque la economía familiar evidencia bajos ingresos y necesitan seguir produciendo su terreno; y, en segundo lugar están convencidas que así se contribuye en disminuir la contaminación que en la actualidad existe en la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo).

### **3.6. Diseño experimental**

El diseño que se aplicó en el ensayo para evaluar los tratamientos fue el de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Cada unidad experimental se construyó con un área comprendida en 5 m<sup>2</sup> de superficie, con medidas de 1 m de ancho por 5 m de largo y 40 cm de altura; el área total fue entonces de 80 m<sup>2</sup>.

### 3.6.1. Características del experimento.

Tratamientos = 4  
Repeticiones = 4  
Unidades experimentales = 16

### 3.6.2. Características de la unidad experimental

Área total del ensayo	80 m <sup>2</sup>	
Área Experimental	5 m <sup>2</sup>	⇒ (1x5) m
Área de la Unidad Experimental	5 m <sup>2</sup>	⇒ (1x5) m

### 3.6.3. Análisis estadístico

Las variables se analizaron estadísticamente mediante el esquema de análisis de varianza.

### 3.6.4. Análisis funcional

Para la comparación de los promedios de las variables se utilizó la prueba de TUKEY al 5 % de probabilidad, con esta prueba es cuando se detectó diferencias estadísticas entre tratamientos.

### 3.7. Manejo del ensayo

Una vez que se definió el lugar para la investigación se realizó las siguientes actividades.

### **3.7.1. Preparación del Terreno**

Antes de la preparación del terreno, en primer lugar se realizó un recorrido para el reconocimiento del lugar y así se estableció exactamente el sitio donde se realizó el ensayo; luego de lo señalado se procedió a la selección y nivelación del terreno.

### **3.7.2. Construcción de los lechos**

Para la construcción de los lechos, y siguiendo las dimensiones establecidas, de un metro de ancho por 5 m de largo con una altura de 0,40 m de alto, se procedió a señalar con pialas y estacas cada uno; las paredes del lecho se formaron con tablas de eucalipto que fueron clavadas a las estacas enterradas distribuidas en sitios determinados alrededor del lecho; de esta forma se construyó un tipo de cajones rectangulares.

### **3.7.3. Tratamiento de materia orgánica**

La materia orgánica antes de incorporar al lecho se descompuso previamente a través de la realización del compostaje por 30 días, para esto fue necesario colocar junto a los lechos donde se iba a realizar la producción, el estiércol de gallinaza, bovinaza, cuyinaza, según el caso y se protegió con materiales del medio; igual tratamiento se realizó con los residuos vegetales de trigo.

### **3.7.4. Incorporación de estiércol y siembra de lombrices**

Una vez contruidos los lechos en el terreno permeable y con buen drenaje, se colocó en el fondo de los mismos 150 kg (en cada uno) de materia orgánica, previamente fermentada o descompuesta; esto quiere decir que esta materia fue procesada quince días antes de su colocación en el lecho a fin de garantizar el proceso de producción de humus en menor tiempo sin que disminuya la calidad.

Este sustrato mantuvo una humedad del 75 % y una temperatura de 15 °C a 18 °C, inmediatamente se colocó las lombrices a razón de 0,5 kg /m<sup>2</sup> de lecho distribuidos uniformemente.

Inmediatamente se procedió a regar el lecho a fin de que la lombriz mantenga siempre su cuerpo húmedo; para que la lombriz cumpla con su actividad procesadora, se utilizó agua.

Para garantizar la seguridad se recubrió los lechos con tamo de alverja y un plástico para proteger de animales como gallinas, ratones, sapos, los mismos que pueden causar problemas si ingresan en las camas.

### **3.7.5. Humedad en los lechos.**

La humedad es uno de los factores críticos en el cultivo de la lombriz; por lo tanto durante el ensayo se tuvo muy en cuenta regar periódicamente<sup>2</sup> los lechos; también ayudó el clima porque fue lluvioso, y contribuyó en mantener la humedad en un 70 % a 75 %.

Para el riego en caso de días secos, se utilizó mangueras de una pulgada y regaderas de un galón para que distribuyan el agua en forma de lluvia, de tal manera que no se compacte el sustrato, aunque vale señalar que fue en pocas ocasiones, siendo más frecuente al inicio del ensayo.

Las lombrices se alimentan absorbiendo, por lo tanto la falta de humedad les impide realizar este proceso, y, a su vez la excesiva humedad hubiese generado el empapamiento y una oxigenación deficiente, por lo que fue necesario un seguimiento continuo.

---

<sup>2</sup> Dos días a la semana



### **3.7.6. Manejo del lombridiario**

Las lombrices permanecieron en el sustrato alimenticio que se colocó al inicio, durante 4 semanas, el trabajo fue mantener siempre la humedad y protección del lecho. Transcurridas las cuatro semanas nuevamente se colocó una capa de 5 cm de espesor de materia orgánica fermentada un mes antes, esta labor se hizo por dos ocasiones.

### **3.7.7. Aireación de los lechos**

La aireación es fundamental para la correcta respiración y reproducción de las lombrices, para asegurar la supervivencia de las lombrices y evitar la compactación, a los 30 días se empezó a remover el sustrato que estaba en los lechos utilizando un rastrillo de 12 dientes desde los dos extremos hacia el centro, con el cuidado de evitar lastimar a las lombrices; a los 15 días de haber realizado la primera aireación, se procedió a dar aireación desde el centro hacia los extremos; el momento de realizar la aireación, también se observó la población de lombrices en qué volumen se ha incrementado.

Se realizó el cerramiento del ensayo con materiales del medio (jampas de eucalipto) para proteger de animales que puedan introducirse y a su vez periódicamente se revisó para su oxigenación.

### **3.7.8. Cosecha de Humus**

Antes de realizar la cosecha, se tomó una muestra de cada uno de los lechos, aproximadamente 0,50 kg, y se procedió a enviar al laboratorio de la Universidad Católica de Ibarra para su respectivo análisis.

Una vez cumplido cuatro meses, se observó que el humus presentaba un color oscuro y con gránulos finos, por lo que se suspendió el riego para realizarlo cuando el humus empezó a disminuir la humedad.

Para la cosecha del humus, se colocó trampas a los dos extremos y en la mitad del lecho, utilizando alimento fresco que estaba semidescompuesto.

Luego de transcurridos 5 días se observó que las lombrices se concentraron en este material y su captura fue relativamente fácil, luego de la misma, se procedió a ubicar las lombrices en un lecho nuevo que fue construido con anterioridad.

La multiplicación de la población de lombrices, y en vista de que en la parcela de estudio, no se disponía de nuevos lechos construidos, el dueño del terreno, en coordinación con quien estaba al frente de la investigación, decidieron entregar 2 kilos de lombrices a dos familias que acompañaron en el proceso de producción del humus y que mostraron interés de realizar la réplica en cada uno de sus terrenos, estas familias estaban ubicadas cerca al lugar del ensayo y pertenecían a la misma comunidad.

### **3.8. Datos Evaluados**

#### **3.8.1. Análisis Bromatológico.**

Al momento de la cosecha del humus, y con la finalidad de observar el contenido de nutrientes que contenía, se tomó una muestra de cada uno de los lechos, en total fueron 16 muestras las mismas que inmediatamente se enviaron al laboratorio de la Universidad Católica de Ibarra para su respectivo análisis bromatológico.

#### **3.8.2. Contenido de macro y micro elementos.**

Con la muestra tomada para la variable anterior, se identificó el contenido de macro y micro elementos.

### **3.8.3. Medición de pH**

El pH evidencia la acidez o alcalinidad del sustrato. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8,4; y, es mejor cuando se encuentra entre 6,5 y 7,5. Para medir el pH, se utilizó la misma muestra de las dos variables anteriores es decir del contenido de macro y microelementos.

### **3.8.4. Rendimiento**

Al momento de la cosecha de cada lecho se procedió a pesar la cantidad de humus producida en cada lecho utilizando como unidad de medida el Kilogramo.

### **3.8.5. Tiempo de desdoblamiento en cada tratamiento**

Se observó periódicamente todos los lechos a fin de establecer el proceso de transformación de la materia orgánica a humus.

### **3.8.6. Temperatura**

El control de la temperatura se realizó con la utilización de un termómetro que fue colocado en 3 sitios de cada lecho por dos ocasiones, de tal forma de proporcionar a las lombrices la suficiente humedad para que realicen el proceso de transformación.

### **3.8.7. Crecimiento Poblacional**

Se colocó  $\frac{1}{2}$  kilogramo de lombrices en cada lecho de la investigación, el momento de la aireación se observó la cantidad de lombrices y al final de la investigación se estableció el porcentaje de incremento que había tenido la población de lombrices.

### 3.8.8. Tratamientos y repeticiones en el campo

R3	R2	R4	R1
T1	T4	T4	T3
T4	T2	T3	T1
T3	T1	T1	T2
T2	T3	T2	T4

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Tiempo de desdoblamiento (Días) de los tratamientos

Los valores promedios de tiempo de desdoblamiento se presentan en el Cuadro 6. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en el tiempo de desdoblamiento (Cuadro 1A). Comparando los promedios de los valores en esta variable, la prueba de Tukey al 5 %, establece la presencia de cuatro rangos bien definidos; siendo el tratamiento número 1 con 15 días el que menor tiempo utiliza en el desdoblamiento.

**Cuadro 6.** Valores promedio de la variable tiempo de desdoblamiento en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura, 2010

Tratamientos				Tiempo de Desdoblamiento (días)
No.	Tipo de Sustratos			
	Dosis			
	Estiércol Kg/m <sup>2</sup>	Lombrices Kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	15,00 <b>d</b>
T2	Cuyinaza	30	0,5	19,50 <b>c</b>
T3	Pollinaza	30	0,5	23,25 <b>b</b>
T4	Vegetales	30	0,5	25,50 <b>a</b>
<b>Promedio:</b>				<b>20,8</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>5,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>**</b>

Letras distintas indican diferencias significativas (  $p_v = 0,05$  ) según test Tukey.

C.V. = Coeficiente de variación

\*\* = Significativo al 1%

## 4.2. Crecimiento poblacional

En el Cuadro 7, se aprecian los promedios para la variable crecimiento poblacional. El análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas (Cuadro 2A), el coeficiente de variación fue del 6 % con un promedio general de 1,63 kg. Efectuado el test Tukey al 5 % se determina la presencia de cuatro rangos, en donde el tratamiento uno (estiércol bovino) presenta el promedio más alto de crecimiento poblacional con 3,12 kg; razón por la que se puede recomendar a los agricultores que cuando se quiere producir humus en el menor tiempo se utilice este tipo de sustrato.

**Cuadro 7** Valores promedios de la variable crecimiento poblacional, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura, 2010.

Tratamientos				Crecimiento Poblacional (Kg)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	3,12 <b>a</b>
T2	Cuyinaza	30	0,5	2,37 <b>b</b>
T3	Pollinaza	30	0,5	0,90 <b>c</b>
T4	Vegetales	30	0,5	0,75 <b>d</b>
<b>Promedio</b>				<b>1,63</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>6,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>**</b>

Letras distintas indican diferencias significativas (  $p= 0,05$  ) según test Tukey.

C.V. = Coeficiente de variación

\*\* = Significativo al 1%

## 4.3. Rendimiento (kg)

En el Cuadro 8, se aprecian los promedios para la variable Rendimiento. El análisis estadístico reportó alta significancia estadística en los tratamientos (Cuadro 3A), el coeficiente de variación fue del 2 % con un promedio general de 86,32 kg.

Efectuado el test Tukey al 5 % se determina la presencia de cuatro rangos, en donde el tratamiento uno (estiércol bovino) presenta el promedio más alto (125,56) en cuanto a rendimiento.

**Cuadro 8** Valores promedios de la variable Rendimiento, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Rendimiento 150/ (Kg)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
		Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>	
T1	Bovinaza	30	0,5	125,56 <b>a</b>
T2	Cuyinaza	30	0,5	111,70 <b>b</b>
T3	Pollinaza	30	0,5	64,31 <b>c</b>
T4	Vegetales	30	0,5	43,75 <b>d</b>
<b>Promedio</b>				<b>86,32</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>2,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>**</b>

Letras distintas indican diferencias significativas (  $p= 0,05$  ) según test Tukey.

C.V. = Coeficiente de variación

\*\* = Significativo al 1%

#### 4.4. Temperatura ( °C) primera medición

En el Cuadro 9, se aprecian los promedios para la variable Temperatura. El análisis estadístico no reportó significancia estadística en la primera medición tal como se puede observar en el Cuadro 4A, el coeficiente de variación fue del 4 % con un promedio de 16,2 °C.

La temperatura al interior de los lechos tuvo un comportamiento estadísticamente similar, esto se debió por un lado a que todos los lechos estuvieron protegidos con el mismo tipo de material; y, por otro lado en los lechos se ubicó el sustrato previamente realizado un compostaje que tuvo una duración de un mes.

**Cuadro 9** Valores promedios de la variable temperatura, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Temperatura °C
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	16,45
T2	Cuyinaza	30	0,5	15,83
T3	Pollinaza	30	0,5	16,08
T4	Vegetales	30	0,5	16,38
<b>Promedio</b>				<b>16,20</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>4,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación

\*\* = Significativo al 1%

#### 4.5. Temperatura (°C) segunda medición

En el Cuadro 10, se aprecian los promedios para la variable temperatura. El análisis estadístico no reportó significancia estadística en la segunda medición tal como se puede observar en el (Cuadro 5A), el coeficiente de variación fue del 4 % con un promedio de 15,50 °C.

**Cuadro 10** Valores promedios de la variable temperatura, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Temperatura °C
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	15,25
T2	Cuyinaza	30	0,5	16,13
T3	Pollinaza	30	0,5	15,38
T4	Vegetales	30	0,5	16,13
<b>Promedio</b>				<b>15,50</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>4,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación

ns = No significativo



#### 4.6. pH

En el Cuadro 11, se aprecian los valores promedios para la variable pH. El análisis estadístico no reportó significancia estadística (Cuadro 6A), el coeficiente de variación fue del 6 % con un pH de promedio de 7,4, por lo que se puede afirmar que está dentro de los rangos óptimos para garantizar un humus de calidad que contribuye al buen desarrollo de la planta tal como lo manifiesta también en su investigación Isaac Ochoa en su investigación “Beneficios del humus de lombriz en la producción de manzana”.

**Cuadro 11** Valores promedios de la variable pH, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura, 2010.

Tratamientos				pH
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	7,41
T2	Cuyinaza	30	0,5	7,29
T3	Pollinaza	30	0,5	7,41
T4	Vegetales	30	0,5	7,57
<b>Promedio</b>				<b>7,40</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>6,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación

ns = No significativo

#### 4.7. Porcentaje de Humedad

En el Cuadro 12, se observa los valores promedios para la variable Porcentaje de humedad. El análisis estadístico no reportó significancia estadística (Cuadro 7A), el coeficiente de variación fue del 16 % con un promedio en cuanto a humedad del 43,10 %, es decir el contenido de humedad en todos los tratamientos es estadísticamente similar, aunque matemáticamente el tratamiento dos (estiércol de cuy) tiene un mayor contenido de humedad del orden del 47,88 %.

**Cuadro 12** Valores promedios de la variable Porcentaje de humedad, en el estudio sobre la obtención sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura, 2010.

Tratamientos				Porcentaje Humedad (%)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	42,66
T2	Cuyinaza	30	0,5	47,88
T3	Pollinaza	30	0,5	37,29
T4	Vegetales	30	0,5	44,69
<b>Promedio</b>				<b>43,10</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>16,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
ns = No significativo

#### 4.8. Porcentaje de Materia Seca

En el Cuadro 13, se presentan los valores promedios para la variable Porcentaje de materia seca. El análisis estadístico no reportó significancia estadística (Cuadro 8A), el coeficiente de variación fue del 12 % con un promedio en cuanto a materia seca del 56,80 %. Es decir el contenido de materia seca en todos los tratamientos es estadísticamente similar.

Según la investigación de Ochoa, se comparan los componentes de los elementos del humus de lombriz con otro tipo de estiércoles animales. Y se observa que el lombricompuesto posee entre 3 a 4 veces más cantidad de los elementos escogidos que los demás abonos, es así que por ejemplo sin realizar el lombricupuesto la cantidad de materia seca que posee el estiércol de bovino es de 18 % y de pollos de 45 %.

**Cuadro13** Valores promedios de la variable % de materia seca, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Materia Seca (%)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	57,35
T2	Cuyinaza	30	0,5	52,12
T3	Pollinaza	30	0,5	62,51
T4	Vegetales	30	0,5	55,32
<b>Promedio</b>				<b>56,80</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>12,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
 ns = No significativo

#### 4.9. Macroelementos (Nitrógeno %)

En el Cuadro 14, se presentan los valores promedios para la variable Porcentaje de Nitrógeno. El análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas para tratamientos (Cuadro 9A), el coeficiente de variación fue del 18 %.

Comparando los promedios de los valores en esta variable, la prueba de Tukey al 5 %, establece la presencia de cuatro rangos siendo el tratamiento número 1 el que mayor porcentaje de nitrógeno dispone en comparación de los otros tratamientos.

**Cuadro 14** Valores promedios de la variable % de nitrógeno, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Nitrógeno (%)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	2,89 <b>a</b>
T2	Cuyinaza	30	0,5	2,67 <b>abc</b>
T3	Pollinaza	30	0,5	2,74 <b>ab</b>
T4	Vegetales	30	0,5	1,52 <b>d</b>
<b>Promedio</b>				<b>2,50</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>18,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>**</b>

Letras distintas indican diferencias significativas (  $p= 0,05$  ) según test Tukey.

C.V. = Coeficiente de variación

\*\* = significativo al 1 %

#### 4.10. Macroelementos (Fósforo %)

En el Cuadro 15, se presentan los valores promedios para la variable Porcentaje de Fósforo. El análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas para tratamientos (Cuadro 10A), el coeficiente de variación fue del 16 %.

Comparando los promedios de los valores en esta variable, la prueba de Tukey al 5 %, establece la presencia de rangos bien definidos, siendo el tratamiento número 1 el que mayor porcentaje de Fósforo dispone (26,32 %) en la muestra de humus analizada en comparación de los otros tratamientos.

**Cuadro 15** Valores promedios de la variable fósforo, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Fósforo (ppm)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	26,32 <b>a</b>
T2	Cuyinaza	30	0,5	20,38 <b>ab</b>
T3	Pollinaza	30	0,5	15,26 <b>bc</b>
T4	Vegetales	30	0,5	13,07 <b>c</b>
<b>Promedio</b>				<b>18,80</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>16,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>**</b>

Letras distintas indican diferencias significativas (  $p= 0,05$  ) según test Tukey.

C.V. = Coeficiente de variación

\*\* = significativo al 1 %

#### 4.11. Macroelementos (Potasio ppm)

En el Cuadro 16, se presentan los valores promedios para la variable Potasio en ppm. El análisis estadístico no reportó diferencias significativas para tratamientos (Cuadro 11A), el coeficiente de variación fue del 18 %.

Luego del análisis efectuado, se puede manifestar que el comportamiento de los tratamientos es estadísticamente similar en cuanto al contenido de potasio aunque matemáticamente el tratamiento uno presenta el promedio más alto (323,74 ppm) en el humus al utilizar como tipo de sustrato el estiércol bovino, lo que de alguna manera se va a convertir en más atractivo para muchos productores que quieren mejorar sus suelos.

**Cuadro 16** Valores promedios de la variable cantidad de potasio, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Potasio (ppm)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	323,74
T2	Cuyinaza	30	0,5	301,63
T3	Pollinaza	30	0,5	248,18
T4	Vegetales	30	0,5	295,86
<b>Promedio</b>				<b>292,40</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>18,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
ns = No significativo

#### 4.12. Microelementos (Hierro Total ppm)

En el Cuadro 17, se presentan los valores promedios para la variable hierro en ppm. El estadístico no reportó diferencias significativas para tratamientos (Cuadro 12A), el coeficiente de variación análisis fue del 17 %. Es decir el contenido de hierro analizado en las muestras de humus luego del desdoblamiento a partir de las cuatro fuentes es estadísticamente similar.

**Cuadro 17** Valores promedios de la variable Hierro total, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Hierro (ppm)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	0,59
T2	Cuyinaza	30	0,5	0,44
T3	Pollinaza	30	0,5	0,57
T4	Vegetales	30	0,5	0,44
<b>Promedio</b>				<b>0,50</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>17,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
ns = No significativo

#### 4.13. Microelementos (Boro ppm)

En el Cuadro 18, se presentan los valores promedios para la variable boro en ppm. El análisis estadístico no reportó diferencias significativas para tratamientos (Cuadro 13A), el coeficiente de variación fue del 19 %.

Es decir el contenido de boro analizado en las muestras de humus luego del desdoblamiento a partir de las cuatro fuentes es estadísticamente similar, pero matemáticamente el tratamiento 2 (abono de cuy) presenta el promedio más alto en cuanto al contenido de boro.

**Cuadro 18** Valores promedios de la variable Boro, en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura, 2010.

Tratamientos				Boro (ppm)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>		Lombrices kg/m <sup>2</sup>	
T1	Bovinaza	30	0,5	0,01
T2	Cuyinaza	30	0,5	0,01
T3	Pollinaza	30	0,5	0,01
T4	Vegetales	30	0,5	0,01
<b>Promedio</b>				0,01
<b>C.V. ( %)</b>				<b>21,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
ns = No significativo

#### 4.14. Microelementos (Cobre ppm)

En el Cuadro 19, se presentan los valores promedios para la variable cobre (ppm). El análisis estadístico no reportó diferencias significativas para tratamientos (Cuadro 14A), el coeficiente de variación fue del 18 %. Es decir el contenido de cobre analizado en las muestras de humus luego del desdoblamiento a partir de las cuatro fuentes es estadísticamente similar.

**Cuadro 19** Valores promedios para la variable cobre (ppm), en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Cobre (ppm)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	0,68
T2	Cuyinaza	30	0,5	0,59
T3	Pollinaza	30	0,5	0,60
T4	Vegetales	30	0,5	0,66
<b>Promedio</b>				<b>0,60</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>22,00</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
ns = No significativo

#### 4.15. Sulfatos (ppm)

En el Cuadro 20, se presentan los valores promedios para la variable sulfatos (ppm). El análisis estadístico no reporto diferencias significativas para tratamientos (Cuadro 15A), el coeficiente de variación fue del 25 %. Es decir el contenido de sulfatos analizado en las muestras de humus luego del desdoblamiento a partir de las cuatros fuentes es estadísticamente similar.

**Cuadro 20** Valores promedios para la variable Sulfatos (ppm), en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo-Imbabura, 2010.

Tratamientos				Sulfato (ppm)
No	Tipo de Sustrato			
	Dosis			
	Estiércol kg/m <sup>2</sup>	Lombrices kg/m <sup>2</sup>		
T1	Bovinaza	30	0,5	62,00
T2	Cuyinaza	30	0,5	92,50
T3	Pollinaza	30	0,5	88,50
T4	Vegetales	30	0,5	83,75
<b>Promedio</b>				<b>81,70</b>
<b>C.V. ( %)</b>				<b>25</b>
<b>Significancia estadística</b>				<b>ns</b>

C.V. = Coeficiente de variación  
ns = No significativo



#### 4.16. Análisis Económico

En el Cuadro 21 se evidencia el análisis económico en los distintos tratamientos efectuados; según los resultados obtenidos se evidencia que en el tratamiento uno a base de estiércol de bovino, el 71,22 % de utilidad correspondiente a UDS 7,83 de ganancia neta como mejor valor, en segundo lugar se encuentra el tratamiento a base de estiércol de cuy que presenta una utilidad de 52,32 % con una ganancia correspondiente a \$5,76; mientras que la menor utilidad lo obtuvo el tratamiento a base de estiércol de pollo con 7,18 % de utilidad equivalente a USD 0,65; y, en tercer lugar está el tratamiento a base de residuos vegetales 4 con 9,38 % de utilidad y \$0,56.

**Cuadro 21** Análisis económico en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura, 2010.

Tratamientos	Rendimiento Kilogramos /20 m <sup>2</sup>	USD	Costo tratamiento USD	Utilidad económica USD	% de Utilidad
T1	125,56	18,83	11,00	7,83	71,22
T2	111,70	16,76	11,00	5,76	52,32
T3	64,31	9,65	9,00	0,65	7,18
T4	43,75	6,56	6,00	0,56	9,38

Precio del kg/humus al 10 de enero del 2011 = 0,15

En cualquiera de los tratamientos realizados en la presente investigación, de alguna manera se observa rentabilidad económica, pues es evidente que en ningún caso se presenta pérdida; por lo tanto los pequeños agricultores que no disponen de ganado bovino, pueden utilizar los sustratos que tienen en su entorno a fin de optimizar los mismos y transformarlos en un recurso no financiero pero que sí contribuye en la economía familiar.

En el caso de los agricultores medianos, y, que disponen de capital para invertir, la mejor opción es producir humus con estiércol de bovino, ya que será la opción más rentable económicamente y contribuirá en el cuidado del recurso suelo.

## V. DISCUSIÓN

Una vez realizada la presente investigación, en la que se utilizó materia orgánica de tres especímenes de animales domésticos, y una con residuos vegetales, se puede manifestar que la materia orgánica proveniente de los animales posee un alto contenido de nutrientes, y, a su vez facilita a las lombrices para procesar el humus.

Tal como lo manifiesta Sánchez (2003), en su investigación, se tomó en cuenta el colocar el alimento parcial o totalmente descompuesto, si no es así, las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación, exterminarán con las lombrices.

Se ha evidenciado que el aprovechamiento de la materia orgánica de origen animal, se descompone más rápidamente que los residuos vegetales, debido al desdoblamiento, siendo el estiércol de bovino el más apetecido por las lombrices ya que a los 15 días se observa un procesamiento avanzado, mientras que en el caso de la utilización de estiércol de cuy dura 20 días y en el caso del estiércol de pollo 23 días; al observar el grupo testigo (el de residuos vegetales) a los 30 días, el procesamiento recién se estaba iniciando y la población de lombrices se mantenía en el volumen que se le había incorporado, una de las causas de que la población se mantenga es porque se ha comprobado que las lombrices tienden a buscar alimentos que tengan mezcla con estiércol de animales.

En la investigación se pudo observar que el humus procesado con estiércol de cuy presentaba un alto contenido en micro y macro elementos que se constituyen en nutrientes de excelente calidad para garantizar un uso adecuado, e inclusive recuperar el mismo en caso de que se traten de suelos pobres.

La materia orgánica vegetal, es un alimento importante para el suelo, su descomposición en la investigación ha demostrado que es más lenta que los

estiércoles, por lo que para producir el humus de lombriz se hace necesario realizar un compostaje previo, el mismo que debe ir acompañado con residuos de estiércol de animal a fin de garantizar la permanencia de la lombriz en los lechos y consecuentemente disminuir el tiempo de la producción de humus, y, lo importante como manifiesta Ochoa, valorar la incorporación del residuo de las cosechas ya que mejoran la productividad del suelo, favoreciendo a las actividades bioquímicas de la planta

Según la investigación realizada por Ochoa (2004), el humus de lombriz es 5 veces más rico en nitrógeno, 2 en calcio asimilable; 2,5 veces en magnesio, 7 veces más en fósforo, y 11 veces más en potasio en relación a la incorporación directa de los estiércoles.

Al mirar la multiplicación de la población de lombrices, es en el proceso con estiércol de bovino en donde el crecimiento poblacional fue más alto de 3,12 kg seguido del proceso con estiércol de cuy con 2,37 kg.

Luego de mirar los resultados, es evidente que los rendimientos por kg de lombriz son más favorables con el estiércol de bovino y de cuy, razón por la que los lombricultores demandan en grandes cantidades la materia orgánica proveniente del ganado bovino, e incluso se puede afirmar que en los últimos años, ha incrementado el precio de la majada de ganado vacuno y en las fincas ya no se encuentra fácilmente y se puede señalar que en nuestro país, las grandes empresas como las florícolas compran en grandes volúmenes y en estas mismas empresas también se dedican a la producción de humus.

Se puede afirmar que, el humus de lombriz es uno de los pocos fertilizantes orgánicos y es el único abono orgánico con fibra bacteriana con capacidad de enriquecer y regenerar el suelo y su aplicación baja hasta un 40% los costos que un agricultor haría en fertilizantes.

En países de Europa, en la actualidad se señala que es mayor la demanda que la oferta de lombrices y de humus, pues la incorporación de humus se

constituye en la única forma de regresar fertilidad a los suelos que han sido producidos con gran cantidad de agroquímicos.

El índice de comercialización de la lombricultura cada vez se incrementa, sobre todo debido a la opción por realizar agricultura orgánica y la necesidad de extender la frontera agrícola.

Si se considera que el mercado de fertilizantes químicos mueve miles de millones de dólares en todo el mundo, y, que la producción y utilización de humus ha sido mirada como una alternativa de contribución al ambiente y a su vez como generadora de rentabilidad económica, se avisa un buen escenario económico para los lombricultores con visión empresarial.

En nuestro país el 40 % de la población se ubica en el área rural, de la cual las dos terceras partes conforman hogares de productores agropecuarios y viven en las propias unidades de producción agropecuaria, de tal manera que, aproximadamente un 25 % de la población ecuatoriana se estima vinculada a la producción agropecuaria, y, el 62 % de la población rural ocupada trabaja en la agricultura (MAG, Tercer Censo Nacional Agropecuario)

En la comunidad donde se realizó el ensayo, la familia se ha motivado porque ha empezado a incorporar el humus en sus parcelas y, al igual que Ochoa (2004) en su investigación, manifiestan que este fertilizante empieza a apoyar en su economía, pues se evidencia un ahorro al no tener que utilizar fertilizantes químicos.

Entonces, se puede manifestar que los resultados obtenidos en esta investigación más allá de cumplir un requisito académico han contribuido para que la familia de la comunidad se involucre en el proceso de producción de abonos orgánicos alternativos que contribuyen en el ambiente y a su vez ayudan a la economía familiar.

## VI. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Luego de haber realizado el análisis e interpretación de los resultados obtenidos se puede concluir en lo siguiente:

1. El tratamiento con el uso de bovinaza es el que menor tiempo utiliza en el desdoblamiento; presenta el promedio más alto en cuanto a rendimiento (125,56 kg). Además la población de lombrices crece en mayor volumen dentro de los lechos que contienen bovinaza, es así que de 0,5 Kg crecen a 3,12 Kg.
2. No existe variación alta en los lechos en lo relacionado al pH, temperatura y materia seca. El estiércol de cuy es el que presenta mayor contenido de humedad ya que presenta un orden de 47,88 %. El tratamiento con estiércol de bovino es el que mayor porcentaje de nitrógeno y fósforo contiene en relación al resto 2,89 % y 26,32 % respectivamente; mientras que el potasio no presenta diferencias significativas.
3. Para dedicarse a la producción de humus de lombriz roja californiana se puede utilizar cualquier tipo de sustrato, ya que con todos se obtiene un producto de calidad para los suelos y además contribuye en el cuidado del ambiente.
4. Si se dedica a la lombricultura y se utiliza los materiales del medio, se transforma en un ingreso no financiero para la familia, ya que se está utilizando residuos y desechos orgánicos a los cuales no se les ha dado un valor financiero y al constituirse en insumos para la elaboración del humus, se les está dando un valor agregado que en la primera cosecha a los 4 meses se puede decir que se recupera los gastos de la implementación del lombridiario, la duración de los materiales es de dos años, por lo que a mediano y largo plazo si contribuyen a incrementar

la economía de las familias involucradas en la producción de humos de lombriz.

## **6.2. Recomendaciones**

1. Es recomendable fomentar la producción de abonos orgánicos y fundamentalmente del humus de lombriz roja californiana, aplicando desechos orgánicos, pero si se quiere obtener en el menor tiempo de desdoblamiento y con un crecimiento poblacional acelerado, es necesario utilizar la bovinaza ya que a los 20 días de iniciada la producción ya se observa transformación de materia orgánica a humus.
2. Cuando los cultivos requieren mayor porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio, se recomienda utilizar estiércol bovinaza, y si se requiere un abono con mayor humedad se recomienda cuyinaza.
3. Para producir el humus de lombriz es recomendable producir el abono al ambiente ya que así la lombriz puede descomponer más fácilmente los residuos porque es ayudada el medio.
4. Es necesario que en la actualidad se fortalezca y se multiplique las alianzas entre el sector académico, el estado y los pequeños y medianos agricultores, pues existen muchas experiencias e investigaciones valiosas que no son conocidas y por ende no se aplican; como el caso de la producción de humus que a nivel mundial se está expandiendo; sin embargo en las comunidades de nuestro país aún se sigue dependiendo de químicos para abonar y fertilizar los suelos; por lo tanto es recomendable fomentar un programa nacional de producción y utilización de abonos y fertilizantes orgánicos.
5. En los últimos años el uso de abonos orgánicos tiene una alta demanda, porque las personas quieren de alguna manera aportar en el cuidado del

medio ambiente por lo que es recomendable realizar investigaciones a través de alianzas o firma de convenios entre las instituciones de educación superior y las organizaciones campesinas, a fin de realizar experiencias que sirvan de réplica para mejorar la producción y productividad de las fincas de pequeños y medianos productores.



## VII. RESUMEN

El manejo adecuado de la fertilidad del suelo, se constituye en un elemento esencial para el desarrollo de la agricultura sostenible, y más aún los pequeños productores necesitan conocer y aplicar técnicas alternativas para garantizar una producción de calidad y con bajos costos. Frente a este escenario, se desarrolló la presente investigación en la Comunidad “Puerto Alegre” en la Parroquia Eugenio Espejo del Cantón Otavalo cuyo propósito fue incentivar la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante la utilización de cuatro tipos de sustratos y establecer el contenido de macro y microelementos.

Para conocer el contenido de macro y microelementos del humus obtenido se procedió a realizar cuatro tratamientos, en tres de ellos se utilizó estiércol proveniente de animales y en el cuarto se utilizó residuos vegetales de trigo. En cada uno de los tratamientos se midió el tiempo necesario para la producción de humus; el incremento de la población de la lombriz roja californiana, y, una vez elaborado el humus se estableció el contenido nutricional en cada tratamiento.

Luego de cumplir los pasos necesarios para la instalación de las camas o lechos de lombriz, se dio continuo seguimiento a la investigación, por lo tanto se controló la humedad, aireación y temperatura en cada uno de los tratamientos.

Se efectuó un análisis bromatológico y se evaluó el contenido de macro y microelementos, medición de pH, rendimiento, tiempo de desdoblamiento, temperatura, y, crecimiento poblacional.

Según los resultados se obtuvo que el humus producido con estiércol de bovino es el que menor tiempo (15 días) utiliza para el desdoblamiento y a su vez la población de lombrices se incrementa más rápidamente, lo que contribuye a obtener humus en menor tiempo y esto se evidencia en la rentabilidad económica.

En el proceso de producción de humus se comprobó que la incorporación de la materia orgánica debe ser procesada con anticipación de al menos 15 días, antes, esto contribuye a que las lombrices se adapten con mayor rapidez.

La producción de humus en la actualidad es una actividad que tiene potencial puesto que muchas investigaciones han comprobado que el humus de lombriz aumenta la productividad en los cultivos y, a su vez contribuye a mejorar y proporcionar calidad a los suelos pobres por la fijación de ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran las condiciones del suelo debido a la retención de humedad y estabilización del pH del suelo.

Con la presente investigación, se busca motivar a los pequeños productores de las comunidades de la Parroquia de Eugenio Espejo en la búsqueda de alternativas de producción agrícola encaminadas a disminuir e incluso dejar los agroquímicos e incursionar en la producción de humus de lombriz a fin de contribuir en el cuidado ambiental y en la economía familiar.

## VII. SUMMARY

The proper management of soil fertility, constitutes an essential element for the development of sustainable agriculture, and even more small producers need to know and apply alternative techniques to ensure a quality production and with low costs. Faced with this scenario, the development of this research in the Community "Puerto Alegre" in the Parish Eugenio Espejo of Otavalo whose purpose was to encourage the production of earthworm humus (*Eisenia foetida*) through the use of four types of substrates and set the contents of macro- and microelements.

To get to know the content of macro and microelements of the humus obtained is proceeded to make four treatments with three of them used manure from animals and in the fourth was used vegetable wastes of wheat. In each of the treatments was measured the time required for the production of humus; the increase in the population of the red worm californian, and, once developed the humus was established the nutritional content in each treatment.

Then to meet the necessary steps for the installation of the litter or bedding earthworm was continuously follow up on the inquiry, therefore the control of the humidity, aeration and temperature in each of the treatments.

The data were evaluated: the chemical analysis, the content of macro and microelements, pH measurement, performance, time of cleavage, temperature, and population growth.

It was concluded that the humus produced with cattle manure as has the lowest time (15 days) used for the cleavage and in turn, the population of earthworms is increasing more rapidly, which helps to get humus in less time and this is evidenced in the economic profitability.

In the process it was found that the incorporation of organic matter in the production process of humus, must be processed in advance of at least 15 days before, this contributes to that earthworms are adapted more quickly.

The production of humus is now an activity that has the potential because many studies have shown that the earthworm humus increases productivity in the crops and in turn, contributes to improve and provide quality to poor soils by the fixing of acids humic and fulvic acids that improve the conditions of the soil due to the retention of moisture and stabilization of the pH of the soil.

This investigation motivate small producers in the communities of the Parish of Eugenio Espejo in the search for alternative agricultural production designed to reduce and even stop the agrochemical and engage in the production of earthworm humus in order to contribute to the environmental care and in the family economy.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA CITADA Y REVISADA

- Altieri, M. A. y Nicholls, C. 2006. Informe de evaluación de la propuesta agroecológica implementada por Heifer Ecuador en comunidades campesinas en cuatro zonas geográficas del Ecuador. Ecuador.
- Albán, A. Marín, V. 2002. La Lombricultura. Ecuador.
- Basaure, P.. 2008. Humus de Lombriz: Calidad vs Credibilidad.
- Barsky, O. 1980 Ecuador: Cambios en el Agro-serrano, FLACSO-CEPLAES; Editores Asociados.
- CEPCU. 1998. Autodiagnósticos Comunitarios. Otavalo.
- CEPCU. 2001. Plan de Manejo de la Cuenca del Lago San Pablo. Otavalo.
- CEPCU. 1999. Estudio de Comercialización en la Cuenca del Imbakucha-Lago San Pablo. Otavalo.
- Chiriboga, M. y Martínez, L. (eds.). 1998. Una minga por la Vida - Crédito para los pobres del campo. Primera Edición, Abya Yala Editing. Quito.
- Fenocin 2000. Lombricultura. Quito-Ecuador.
- Ferruzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Departamento Producciones Animales E.T.S. Ingenieros Agrónomos – U.P.M. Bologna Italia.
- INEC, III Censo Nacional Agropecuario. 2000. Ecuador.
- Ochoa, J. 2004. Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos de manzana.

Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos12/mncuarto/mncuarto.shtml>

Rivera, P. 2005. Comportamiento de las lombrices (*Eisenia foiteda*) por efecto de la terapia homa y la ceniza agnihotra.

Rizo, P. SICA. 2002. Perfiles de productos de aguacate. Disponible en: [www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%rizo/perfiles\\_productos/aguacate.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%rizo/perfiles_productos/aguacate.pdf). acceso

Sánchez, C. Abonos Orgánicos y Lombricultura. 2003. Editorial Riplame; Perú.

SNV. 2001. Manual del Lombricultor, una alternativa ambiental, económica y social. Ecuador.

Suquilanda, V. M. 1996. Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. FUNDAGRO. Quito, Ecuador.

Suquilanda, V. M. 2003. Elaboración, uso y manejo de bioinsecticidas. Folleto técnico.

Unión de Organizaciones Campesinas de Quevedo. 2004. CRIC, TN. Manejo Ecológico de Suelos Tropicales. Ecuador.

Unión de Organizaciones Campesinas de Ayora. 2010. Manual para la Elaboración de Bioinsumos.

# APÉNDICE

Cuadro 1A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable tiempo de desdoblamiento en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Tiempo de desdoblamiento	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	2,06	ns
Tratamientos	3	84,56	**
Error	9	0,95	

ns = No significativo

\*\* = Significativo al 1%

Cuadro 2A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable crecimiento poblacional en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Crecimiento Poblacional	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,04	ns
Tratamientos	3	20,42	**
Error	9	0,04	

ns = No significativo

\*\* = Significativo al 1 %



Cuadro 3A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable Rendimiento en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Rendimiento	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	9,06	ns
Tratamientos	3	28917,90	**
Error	9	13,56	

ns = No significativo

\*\* = Significativo al 1 %

Cuadro 4A. Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable temperatura en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Temperatura °C	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,21	ns
Tratamientos	3	0,33	ns
Error	9	0,50	

ns = No significativo

Cuadro 5A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable temperatura en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Temperatura °C	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	1,02	<b>ns</b>
Tratamientos	3	0,81	<b>ns</b>
Error	9	0,36	

ns = No significativo

Cuadro 6A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable pH en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010

F de V	G.L	pH	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,12	<b>ns</b>
Tratamientos	3	0,05	<b>ns</b>
Error	9	0,23	

ns = No significativo

Cuadro 7A Cuadrados medios y su significancia estadística para porcentaje de humedad en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010

F de V	G.L	Porcentaje de humedad ( % )	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	187,82	<b>ns</b>
Tratamientos	3	79,16	<b>ns</b>
Error	9	50,06	

ns = No significativo

Cuadro 8A Cuadrados medios y su significancia estadística para % de materia seca en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010

F de V	G.L	Materia seca ( % )	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	184,28	<b>ns</b>
Tratamientos	3	76,05	<b>ns</b>
Error	9	49,70	

ns = No significativo

Cuadro 9A Cuadrados medios y su significancia estadística para % de Nitrógeno en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Nitrógeno ( % )	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,07	ns
Tratamientos	3	1,58	**
Error	9	0,19	

ns = No significativo

\*\* = significativo al 1%

Cuadro 10A Cuadrados medios y su significancia estadística para % de fósforo en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010

F de V	G.L	Fósforo ( ppm )	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	22,42	ns
Tratamientos	3	138,97	**
Error	9	8,63	

ns = No significativo

\*\* = significativo al 1%

Cuadro 11A. Cuadrados medios y su significancia estadística para cantidad de Potasio en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	Potasio ( ppm)	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	2505,33	<b>ns</b>
Tratamientos	3	4046,85	<b>ns</b>
Error	9	7833,53	

ns = No significativo

Cuadro 12A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable hierro total en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	HIERRO ( ppm)	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,04	<b>ns</b>
Tratamientos	3	0,03	<b>ns</b>
Error	9	0,03	

ns = No significativo

Cuadro 13A Cuadrados medios y su significancia estadística de la variable boro en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010.

F de V	G.L	BORO ( ppm)	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,00	<b>ns</b>
Tratamientos	3	0,00	<b>ns</b>
Error	9	0,00	

ns = No significativo

Cuadro 14A Cuadrados medios y su significancia estadística para la variable Cobre en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010

F de V	G.L	COBRE ( ppm)	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	0,01	<b>ns</b>
Tratamientos	3	0,01	<b>ns</b>
Error	9	0,02	

ns = No significativo

Cuadro 15A Cuadrados medios y su significancia estadística para la Sulfatos en el estudio sobre la obtención de humus de lombriz a partir de cuatro fuentes. Otavalo- Imbabura 2010

F de V	G.L	SULFATOS ( ppm)	
		C.M	
Total	15		
Bloques	3	1253,73	<b>ns</b>
Tratamientos	3	740,23	<b>ns</b>
Error	9	404,40	

ns = No significativo

## Análisis de Laboratorio



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE IBARRA  
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y  
AMBIENTALES**

### INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**

Solicitado por: Dirección Provincial Agropecuaria de Imbabura  
Muestra de: Humus  
Número de muestras: 16  
Fecha de recepción: 03-01-11  
Fecha de análisis: 03-07 de enero de 2011

**Descripción:**

Código de laboratorio: 05.0101  
Estado: Muestra sólida  
Fecha de entrega de resultados: 10-01-11  
Observaciones: Los resultados que se presentan, corresponden únicamente a la muestra analizada en el laboratorio  
Muestreado por: Cliente  
Análisis solicitado: **FÍSICO - QUÍMICO**

**RESULTADOS:**

Muestra	Corresponde	pH	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Cenizas (%)
M1	R1T1 Bovino	7.5	44.79	55.21	43,43
M2	R1T2 Cuy	8.34	53.20	46.80	34,97
M3	R1T3 Pollo	7.75	49.76	50.24	47,66
M4	R1T4 Vegetal	7.14	58.11	41.89	26,41
M5	R2T1 Bovino	7.42	43.47	56.53	47,62
M6	R2T2 Cuy	7.95	35.69	64.31	59,25
M7	R2T3 Pollo	7.03	28.42	70.77	66,51
M8	R2T4 Vegetal	6.64	38.42	61.58	49,71
M9	R3T1 Bovino	7.55	41.94	58.06	46,47
M10	R3T2 Cuy	7.97	47.60	52.40	46,64
M11	R3T3 Pollo	7.38	36.04	63.96	59,30
M12	R3T4 Vegetal	6.67	29.09	70.91	63,06
M13	R4T1 Bovino	7.18	40.42	59.58	51,11
M14	R4T2 Cuy	7.89	55.03	44.97	35,42
M15	R4T3 Pollo	7.47	34.92	65.08	55,23
M16	R4T4 Vegetal	6.81	53.12	46.88	26,53



Muestra	Corresponde	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Calcio (ppm)	Magnesio (ppm)
M1	R1T1 Bovino	2,55	21,83	387,34	85	756.9
M2	R1T2 Cuy	2,96	17,31	394,85	183	243.7
M3	R1T3 Pollo	3,18	13,23	208,72	194	80.9
M4	R1T4 Vegetal	1,63	12,58	300,71	282	62.8
M5	R2T1 Bovino	2,43	28,82	342,38	141	751.2
M6	R2T2 Cuy	2,17	14,03	239,58	154	240.3
M7	R2T3 Pollo	3,02	13,78	172,42	130	85.3
M8	R2T4 Vegetal	1,43	12,37	344,46	304	67.6
M9	R3T1 Bovino	3,44	28,01	360,75	99	762.0
M10	R3T2 Cuy	2,60	26,72	213,54	122	238.2
M11	R3T3 Pollo	2,64	16,18	216,01	167	76.2
M12	R3T4 Vegetal	1,35	13,01	286,90	253	57.2
M13	R4T1 Bovino	3,17	26,60	204,50	99	754.8
M14	R4T2 Cuy	2,94	23,44	358,55	141	242.9
M15	R4T3 Pollo	2,10	17,85	395,56	130	81.1
M16	R4T4 Vegetal	1,69	14,35	251,37	291	63.0

Muestra	Hierro Total (ppm)	Boro (ppm)	Cobre (ppm)	Manganeso (ppm)	Cinc (ppm)	Sulfatos (ppm)
M1	0.68	0.001	0.56	4.15	10	59
M2	0.46	0.019	0.68	2.27	10	136
M3	0.86	0.008	0.77	3.76	10	108
M4	0.62	0.014	0.60	4.56	Menor a 10	82
M5	0.65	0.018	0.72	4.18	15	81
M6	0.42	0.008	0.63	2.22	15	58
M7	0.46	0.011	0.48	2.97	15	94
M8	0.30	0.004	0.74	3.54	15	94
M9	0.71	0.003	0.74	3.80	10	44
M10	0.37	0.011	0.64	1.58	10	76
M11	0.31	0.012	0.72	2.07	10	56
M12	0.32	0.007	0.55	3.00	10	51
M13	0.32	0.008	0.68	3.18	Menor a 10	64
M14	0.51	0.010	0.39	1.35	Menor a 10	100
M15	0.66	0.008	0.42	2.97	15	96
M16	0.52	0.007	0.76	3.44	10	108

Analizado por:

  
Dra. Moraima Mera  
JEFA LABORATORIOS ECAA



## Fotografías



**Construcción e incorporación de materia orgánica**



**Selección de núcleos de lombrices**



**Siembra de lombrices en los lechos**



**Análisis del desdoblamiento**



**Análisis del desdoblamiento**



**Riego de los lechos (con regadera)**



**Ubicación de tratamientos y repeticiones**



**Control de la temperatura (15 días)**



**Control de la temperatura (60 días)**



**Verificación de la adaptabilidad de lombriz en los lechos**



**Protección de los lechos en el período de producción**



**Seguimiento académico en el ensayo**



**Seguimiento académico en el ensayo**



**Análisis del crecimiento poblacional**



**Análisis en el proceso de producción de humus**



**Cosecha de humus y lombrices**



**Rendimiento de lombrices**



**Rendimiento de humus**