



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ASERRÍN EN COMBINACIÓN CON
ESTIÉRCOL BOVINO COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE HUMUS
DE LOMBRIZ *Eisenia foétida* (LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA).**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

SONIA FERNANDA CAJAS SÁNCHEZ

Riobamba-Ecuador

2009

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal.

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph.D.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. José Herminio Jiménez Anchatuña.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 26 Mayo del 2009.

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento, de manera especial a mis padres, a mi esposo e hijos quienes me han apoyado incansablemente y son el tesoro más valioso que alguien puede poseer. Gracias por su sacrificio y apoyo.

Mi reconocimiento y agradecimiento especial al Ing. M.C. Luis Fiallos Ortega Ph.D. por su valioso aporte y trabajo constante en bien de la educación.

SONIA

DEDICATORIA

Al culminar una etapa importante de mi vida; dedico todo mi esfuerzo y trabajo a mis hijos Kristian y Anthony, a mi esposo Christian, a mi mami Sonia y a mi papi Benito. Sin ustedes no hubiese alcanzado mi meta.

SONIA

RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, Unidad de Lombricultura y Abonos Orgánicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, se evaluó el efecto de la utilización de aserrín combinado con estiércol bovino como alimento para producir humus de lombriz *eisenia foétida* (lombriz roja californiana). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 12 lechos de 1m x 1m x 0,5m distribuidas bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar en las que se experimentó el efecto de 4 tratamientos con 3 repeticiones incluyendo un tratamiento testigo. Los niveles de Aserrín aplicados fueron: Aserrín 100% + Estiércol Bovino 0%, Aserrín 75% + Estiércol Bovino 25%, Aserrín 50% + Estiércol bovino 50%, Materia Orgánica común o Aserrín 0% (testigo). Los resultados permiten concluir que el efecto del aserrín pulverizado en la alimentación de lombrices fue positivo a partir de emplear una combinación de 50 % Aserrín + 50 % Estiércol, ya que este mejoró parámetros como reproducción, biomasa, calidad del humus, tiempo conversión sustrato fertilizante. Así también se demostró que al utilizar Aserrín al 100% estos anélidos se reprodujeron de forma lenta, la Conversión Sustrato - Fertilizante se alargó a 150 días como producto humus de baja calidad, baja reproducción considerando el tiempo, menor biomasa y no existió rentabilidad; por lo cual se recomienda el uso de Aserrín pulverizado para sustratos en lombricultura hasta una proporción 50 % Aserrín y combinado con estiércoles el otro 50% debido a que se logran buenos parámetros productivos, los sustratos mejoran su relación C/N, el estiércol aumenta la degradación del aserrín y se facilita el manejo y cosecha.

ABSTRACT

In the Chimborazo province, Lombriculture and Organic Manure Unit, Cattle and Livestock Science Faculty, ESPOCH, the effect of the sawdust use combined with bovine manure as a feed to produce worm, *Eisenia foétida*, humus (red Californian worm) was evaluated. The experimental units consisted of 12 of 1m x 1m x 0,5m litters distributed the control treatment. The sawdust levels were: 100% sawdust + 0% Bovine manure, 75% Sawdust + 25% Bovine manure, 50% sawdust + 50% Bovine manure, common organic matter or 0% sawdust (control). The results permit to conclude the effect of the ground sawdust in feeding worms was positive when using a combination of quality and fertilizing substrate conversion time. It also was demonstrated that upon using sawdust at 100% these annelids reproduced slowly, the substrate-fertilizer conversion lengthened at 150 as a low-quality product, low reproduction considering time and minor biomass; the was no profitability; this is why it is recommended to use ground sawdust for substrates in lombriculture up to a proportion of 50% sawdust combined manures the other one because of the fact that good productive parameters are attained, the substrates improve their relation C/N, the manure increases the sawdust degrading and the management and harvest become easier.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. LOMBRICULTURA	4
1. <u>Conceptos Generales</u>	4
2. <u>La Lombricultura en Ecuador</u>	5
3. <u>La lombricultura en la actualidad y su evolución</u>	6
B. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA	8
1. <u>Características generales</u>	8
2. <u>Clasificación zoológica</u>	9
3. <u>Características morfológicas</u>	10
4. <u>Hábitat</u>	11
5. <u>Ciclo de vida y reproducción</u>	12
6. <u>Condiciones ambientales para su desarrollo</u>	12
a) Humedad	12
b) Temperatura	13
c) pH.	13
d) Riego	14
e) Aireación	14
7. <u>Alimentación</u>	15
8. <u>Patologías</u>	16
9. <u>Enemigos</u>	16
10. <u>Razones de su elección.</u>	17
11. <u>Importancia Económica.</u>	18

C.	MATERIAL ORGÁNICO PARA SUSTRATOS EN LOMBRICULTURA	18
1.	<u>Diversos insumos a utilizar de acuerdo al origen:</u>	18
a)	De origen vegetal	19
b)	De origen animal	21
c)	Basuras y desechos domiciliarios	22
D.	RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS PARA LOMBRICULTURA	23
1.	<u>Como hacer una mezcla con la relación C/N correcta</u>	24
2.	<u>Relaciones C/N de algunos residuos orgánicos</u>	24
E.	EL POLVO DE ASERRÍN COMO SUSTRATO	26
F.	LA FIBRA EN EL SUSTRATO PARA LOMBRICES	28
G.	HUMUS	28
1.	<u>Generalidades</u>	30
2.	<u>Aplicación de humus</u>	31
3.	<u>Composición del Humus</u>	31
4.	<u>Beneficios que aporta</u>	33
5.	<u>Propiedades del Humus</u>	35
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	36
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	36
1.	<u>Materiales</u>	36
2.	<u>Equipos</u>	37
3.	<u>Instalaciones</u>	38
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	38
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	39
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	40
1.	<u>Descripción del experimento</u>	40
a)	Preparación de sustratos	40
(1)	Tratamiento Testigo: Sustrato de materia orgánica común	41
(2)	Tratamiento 1: Sustrato de Aserrín al 100%	42
(3)	Tratamiento 2: Sustrato de Aserrín 75% + Estiércol 25%	43
(4)	Tratamiento 3 : Sustrato de Aserrín 50% + Estiércol 50%	43
b)	Llenado de las camas	43
c)	Siembra de la lombriz	43

d)	Manejo de los lechos	44
e)	Cosecha del Humus	44
F)	Recolección de los resultados	44
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	
1.	<u>Sistema de evaluación a la siembra y cosecha</u>	45
2.	<u>Sistema de evaluación adultas y juveniles a la cosecha</u>	45
3.	<u>Sistema de evaluación de la biomasa final de lombrices</u>	46
4.	<u>Sistema de evaluación del número de cápsulas</u>	47
5.	<u>Sistema de evaluación del tiempo de conversión .</u>	48
6.	<u>Sistema de evaluación de la temperatura y pH</u>	54
7.	<u>Sistema de evaluación de la composición química del humus de lombriz cosechado.</u>	55
		58
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	61
		65
A.	EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LOMBRICES A LA SIEMBRA Y COSECHA	67
		69
B.	EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LOMBRICES ADULTAS Y JUVENILES A LA COSECHA	70
		73
C.	EVALUACIÓN DE LA BIOMASA TOTAL	
D.	EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE CÁPSULAS A LA COSECHA	
E.	EVALUACIÓN TIEMPO CONVERSIÓN DEL SUSTRATO.	
F.	EVALUACIÓN DE LA CONVERSIÓN DEL SUSTRATO.	
G.	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA T° Y pH	
H.	EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA HUMUS	
I.	ANÁLISIS ECONÓMICO	
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	
VII.	<u>ANEXOS</u>	

LISTA DE CUADROS

N°		
Pág.		
1.	MACROELEMENTOS DE ALGUNOS ESTIÉRCOLES PARA LA ALIMENTACIÓN DE LOMBRIZ.	21
2.	COMPOSICIÓN DE DIVERSOS LOMBRIHUMUS.	30
3.	COMPOSICIÓN DEL HUMUS.	31
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.	35
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	37
6.	POBLACIÓN DE LOMBRICES A LA SIEMBRA Y COSECHA DE LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS EVALUADOS CADA 15 DÍAS.	49
7.	TIEMPO y CONVERSIÓN SUSTRATO FERTILIZANTE EN LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS.	56
8.	COMPORTAMIENTO DE pH. DE LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS EVALUADOS CADA 15 DÍAS.	59
9.	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DE LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS EVALUADOS CADA 15 DÍAS.	60
10.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS 4 TIPOS DE HUMUS COSECHADOS.	63
11.	ANÁLISIS ECONÓMICO.	66

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
1. TENDENCIA DE LA REGRESIÓN PARA LA POBLACIÓN TOTAL A LA COSECHA DE LOMBRICES SOMETIDAS A 4 TIPOS DE SUSTRATOS A BASE DE ASERRÍN Y ESTIÉRCOL BOVINO.	50
	51
2. POBLACIÓN TOTAL A LA COSECHA DE LOMBRICES SOMETIDAS A 4 TIPOS DE SUSTRATOS A BASE DE ASERRÍN Y ESTIÉRCOL BOVINO.	52
	53
3. TENDENCIA DE LA REGRESIÓN PARA LA BIOMASA TOTAL A LA COSECHA DE LOMBRICES SOMETIDAS A 4 TIPOS DE SUSTRATOS A BASE DE ASERRÍN Y ESTIÉRCOL BOVINO.	57
	64
4. TENDENCIA DE LA REGRESIÓN PARA EL NUMERO DE CÁPSULAS A LA COSECHA DE LOMBRICES SOMETIDAS A 4 TIPOS DE SUSTRATOS A BASE DA ASERRÍN Y ESTIÉRCOL BOVINO.	
5. TIEMPO DE CONVERSIÓN SUSTRATO FERTILIZANTE EN LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS.	
6. TENDENCIA DE LA REGRESIÓN PARA EL CONTENIDO DE NITRÓGENO DEL HUMUS DE LOMBRIZ SOMETIDA A 4 TIPOS DE SUSTRATOS A BASE DE ASERRÍN Y ESTIÉRCOL BOVINO.	

LISTA DE ANEXOS

N°.

1. POBLACIÓN INICIAL DE LOMBRICES SEMBRADAS EN LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS N°/ 1 Kg.
2. POBLACIÓN TOTAL DE LOMBRICES A LA COSECHA N°/ 1m².
3. POBLACIÓN DE LOMBRICES ADULTAS A LA COSECHA N°/ 1m².
4. POBLACIÓN DE LOMBRICES JUVENILES A LA COSECHA N°/ 1m².
5. BIOMASA FINAL kg/ m².
6. NUMERO DE CÁPSULAS A LA COSECHA (N°/ 1m²).
7. CONVERSIÓN SUSTRATO FERTILIZANTE (Kg/ m²).
8. CONTENIDO DE NITRÓGENO DEL HUMUS COSECHADO (%).
9. CONTENIDO DE FÓSFORO EN EL HUMUS COSECHADO (%).
10. CONTENIDO DE POTASIO EN EL HUMUS COSECHADO (%).
11. CONTENIDO DE CALCIO EN EL HUMUS COSECHADO (%).
12. CONTENIDO DE MAGNESIO EN EL HUMUS COSECHADO (%).

I. INTRODUCCIÓN.

La Lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) la cual consume residuos orgánicos que al transformarse son aprovechados como abono para cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de Humus que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad.

El empleo de abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural; cumplen un papel muy importante al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos siendo además una buena alternativa para el manejo ecológico de los desechos contaminantes como basura orgánica, desperdicios de cocina, estiércoles de establos.

Entre estos desechos orgánicos, el aserrín es el residuo de la madera más común y más ampliamente distribuido, tiene muchas cualidades que lo hacen deseable para la preparación del sustrato para lombriz y se dice que en combinación con estiércoles forma una masa muy apetitosa y digerible para estos anélidos que consumen todo tipo de materia orgánica.

Todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato, también el tamaño de partícula de aserrín permite que sea más fácil su descomposición en comparación con la viruta. Su mezcla con otros residuos orgánicos tiene efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación.

De esta manera la presente investigación pretende aportar con una nueva alternativa para la alimentación de la Lombriz Roja Californiana mediante la utilización de aserrín pulverizado promoviendo las cualidades y desventajas de su aplicación para obtener humus de buena calidad, determinando así su nivel óptimo de utilización. También procuramos dar una nueva forma de aprovechamiento de este residuo orgánico que de no ser utilizado constituye otro elemento que genera contaminación ambiental; siendo un aporte a la conservación del ecosistema y la Agricultura Orgánica.

En tal virtud los objetivos planteados fueron los siguientes:

- 1- **Evaluar el efecto del aserrín al ser utilizado como sustrato en la producción de humus de lombriz y establecer cuál es la mejor combinación entre los tratamientos.**

- 2- **Determinar el mejor comportamiento productivo y reproductivo de la lombriz roja californiana sometida a 4 tipos de sustratos a base de aserrín y estiércol bovino.**

- 3- **Establecer los mejores niveles de N, P, K, Ca, Mg del humus producido.**

- 4- **Determinar la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Beneficio-Costo.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

A. LOMBRICULTURA.

1. Conceptos Generales.

Fajardo, V. (2002), manifiesta que la Lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz *Eisenia foétida* (roja californiana); la cual transforma los residuos

orgánicos aprovechándolos como abono para los cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de Humus, que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad. Además la Lombriz roja californiana tiene un 70% en proteína lo que significa que es ideal para la alimentación de animales como cerdos o peces. Por otra parte, ofrece una buena alternativa para el manejo de desechos contaminantes como basura orgánica de ciudades, desechos orgánicos de industrias, estiércoles de establos, etc.

Compagnoni, L. y Putzolu G. (1995), indican que la Lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. La Lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

El estiércol de estas lombrices tiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol bovino; ningún abono orgánico similar lo iguala, presentando un conteo bacterial benéfico de bacterias aeróbicas, hongos y actinomicetos; también adiciona vitaminas, fitohormonas y enzimas las cuales tienen una relación directa con la disponibilidad de nutrimentos para las plantas, además de una duración ilimitada que lo hace único entre los abonos orgánicos.

2. La Lombricultura en Ecuador.

<http://www.hoy.com.ec>. (2008), reporta que el Ministerio de Agricultura y Ganadería se encuentra interesado en desarrollar la lombricultura en el Ecuador; con el impulso de esta biotecnología y la incorporación del humus los suelos agrícolas podrán recuperar los nutrientes que se van perdiendo por las cosechas anuales o perennes de los cultivos, además de la incorporación de los microorganismos que son indispensables para la absorción radical del vegetal, agregó el técnico. Se puntualizó que la agricultura intensiva produce un acusado empobrecimiento de las reservas orgánico-biológicas; este fenómeno afecta de modo particular a los

monocultivos persistentes.

En estos casos la extracción de nutrientes que hacen las plantas es altamente importante mientras que las aportaciones orgánicas para restituir la materia acumulada por las plantas termina siendo prácticamente nula. Esto genera un agotamiento de los suelos expresado en un descenso progresivo de la productividad. El vegetal mal nutrido o mal cultivado enferma, por lo que es más provechoso practicar una medicina preventiva que una curativa.

Los sumerios fueron los primeros en descubrir las bondades de este pequeño animalito hace cinco mil años; más tarde, los antiguos egipcios aprovecharon de su presencia en el fértil valle del Nilo y Aristóteles lo denominó "intestino de la tierra".

Una publicación conjunta del MAG con la Fundación Natura 4-F señala que la lombricultura, como actividad agroindustrial, ha alcanzado un gran desarrollo en las últimas tres décadas, principalmente en los países de Estados Unidos, Japón, Canadá, Europa y en Chile. Actualmente es reconocida la gran importancia que tiene el reciclaje de los residuos orgánicos, sin embargo la tecnología aún no es bien aplicada sobre todo a nivel urbano donde se desperdician a diario muchos residuos.

En Ecuador, agrega la publicación, la actividad se inició en 1985 por iniciativa privada, entre ellas por el Centro Nacional 4-F de Conocoto, que dispone de varios lechos de multiplicación en forma experimental y demostrativa para brindar información y capacitación a organizaciones campesinas, comunidades, técnicos y socios de la fundación.

3. La lombricultura en la actualidad y su evolución.

<http://www.engormix.com> (2009), señala que aunque la crianza intensiva de lombrices de tierra o Lombricultura parece una actividad nueva, realmente es muy antigua, su historia se remonta a tiempos inmemoriales, pues se dice que ya Aristóteles las llamó "Intestinos de la Tierra", o que en el viejo Egipto se la deificó. Aparece también en notas asiáticas, indias y europeas. Quizás debido a que no

habían problemas ecológicos o de químicos sintéticos, hasta hace pocos años no había habido continuidad en el uso de la lombriz de tierra, aunque siempre ha estado ligada a faenas del campo agropecuarias.

<http://www.engormix.com> (2009), si Charles Darwin no hubiera escrito su libro sobre la Teoría de la Evolución, probablemente sería más conocido por sus 40 años de estudios sobre la lombriz de tierra, cuyos resultados los plasmó en su libro "La Obtención de la Tierra Vegetal por Acción de las Lombrices". Hay quienes sostienen algunas apariciones de la lombriz como alimento de indios americanos, si bien se asegura que por 1920 Thomas Barret fue el precursor de la explotación intensiva, en California aunque por la misma época un suizo, Roth, las trajo de Europa y las utilizaba en labores agrícolas en Argentina.

En la época actual, muchos países continúan utilizando técnicas obsoletas de crianza, siempre ligadas a usos del campo por medio del humus, reconociendo que es el mejor fertilizante orgánico que se conoce.

La palabra "Lombricultura" nace como razón social de un grupo de investigadores en Sudamérica en la década de los 70, cuando aparecen nuevas técnicas de crianza y se comienza a extender su uso. Sin embargo, en Latinoamérica ya se conocían anglicismos que se posesionaban de esta actividad, como "vermicomposta" o "lombricomposta" en lugar de "humus", que es la denominación correcta.

En la segunda mitad de la década de los 80, se marca la mayor época expansiva de la lombricultura en Latinoamérica, quizás más acertadamente en Sudamérica: Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Argentina, Brasil; aunque en casi todos los otros países, en menor escala, esta actividad también se daba. En Cuba la situación político-económica que impidió seguir importando fertilizantes químicos, coadyuvó al desarrollo de la lombricultura en gran escala.

España, Italia, Australia, India, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá cuentan entre los países donde la lombricultura se mantenía y extendía con mayor interés.

<http://www.engormix.com> (2009), la lombriz ya no solamente es la productora de humus con desechos del campo y de animales, que nos permite tener alimentos vegetales totalmente orgánicos, sino que está apareciendo en varios escenarios: Se ha constituido en un excelente instrumento para la defensa ecológica del medio ambiente. Es generadora de nuevas actividades laborales y económicas y es una alternativa de primer orden para la nutrición humana. Todo en medio de un marco de técnicas sencillas, capacitación adecuada, bajas inversiones, alta rentabilidad y buen manejo de mercadotecnia.

¿Cuáles son los productos utilizables de la lombriz? Se ha dicho que el primero sería el humus. Luego los excedentes de agua utilizada en el humedecimiento de los lechos. Seguimos con los excedentes de lombrices que los transformaremos en pie de cría. El líquido celomático que tiene aplicaciones farmacéuticas y, de manera especial, el cuerpo de la lombriz convertido en harina, por la alta tasa nutritiva que contiene, integrada por proteínas en un 70 a 80%, aminoácidos y vitaminas.

La basura urbana es uno de los problemas más neurálgicos, pues crece día a día, cada vez hay menos sitios para tirarla y su descomposición es el más serio enemigo del medio ambiente y ecosistemas.

Es necesario bajar los volúmenes de desechos orgánicos, destruyéndolos en sus centros de producción, es decir en los hogares, en los mercados, restaurantes, hospitales, etc., mediante la elaboración de programas, capacitación y disposiciones que permitan ver a las personas que su basura puede ser convertida en dinero.

Que estos desechos pueden ser una fuente de ingresos y no de molestias, con técnicas sencillas caseras, o uniendo a vecinos para manejos conjuntos, y hasta llegando a la utilización de equipos electrónicos con tecnología de punta, todos ellos activados por lombrices de tierra que son las encargadas del perfecto reciclaje orgánico.

B. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA.

1. Características generales.

Bollo, E. (1999), manifiesta que se la conoce como Lombriz Roja Californiana porque es en ese estado de E.E.U.U. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos. La lombriz es un anélido hermafrodita, reúne características morfo fisiológicas y comportamentales muy importantes para introducirla dentro de una explotación zootécnica.

Fajardo, V. (2002), reporta que la Lombriz Roja Californiana vive normalmente en zonas de clima templado; su temperatura corporal oscila entre 19 y 20°C y humedad del 82%. En estado adulto mide entre 7 y 10 cm de longitud con un diámetro de 3 a 5 mm; su peso aproximado es de un gramo. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso: el 60% se convierte en abono y el resto lo utiliza en su metabolismo y para generar tejidos corporales. Vive hasta 16 años, durante los cuales se acopla regularmente cada 17 días (45 días lombriz común), desde los tres meses de edad si la temperatura y humedad del medio son adecuadas.

Suquilanda, M. (1996), manifiesta que sus características morfológicas y fisiológicas específicas la hacen una excelente fábrica procesadora de todo tipo de materia orgánica en descomposición; su producto final, el lombrihumus, de excelentes características agronómicas permite recuperar suelos al aportar altos niveles de microorganismos y elementos químicos benéficos para cualquier tipo de cultivo. Entre las pocas especies de lombrices que pueden explotarse en cautividad está la lombriz Roja californiana, la cual se ha obtenido, por selección de varios tipos para dedicarla a la producción de humus por su alta adaptación y prolificidad, vive en grandes densidades, se reproduce en cautiverio, es muy voraz, acepta todo tipo de desechos orgánicos , cada día come el equivalente del peso de su cuerpo y el 60 % del alimento lo expele en forma de humus.

2. Clasificación Zoológica.

Fajardo, V. (2002), indica la siguiente clasificación:

Reino:	Animal
Tipo:	Anélido
Clase:	Oligoqueto

Orden:	Opisthoro
Familia:	<i>Lombricidae</i>
Género:	<i>Eisenia</i>
Especie:	<i>E. foétida</i>

3. Características morfológicas.

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

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

Los órganos y sistemas que posee la lombriz son los siguientes:

- Aparato circulatorio. Formado por vasos sanguíneos. Las lombrices tienen dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee también otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo. La sangre circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones.
- Aparato respiratorio. Es primitivo, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo. Los capilares junto con la cutícula húmeda reciben oxígeno y eliminan anhídrido carbónico
- Sistema digestivo. La boca posee una faringe muscular que actúa como bomba de succión. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas

calcíferas. Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH. Posteriormente tenemos el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino. La lombriz californiana se alimenta de animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano, lo cual constituye una predigestión.

- Aparato excretor. Formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma.
- Sistema nervioso. Tienen un sistema nervioso que consta de un cerebro, un cordón nervioso central y células sensoriales especiales que incluyen células táctiles, receptores gustativos, células sensibles a la luz y células relacionadas con la detección de humedad.
- Aparato reproductivo. Está formado por el Clitelio que es un claro abultamiento glandular ubicado en la parte anterior del cuerpo y se caracteriza por secretar una sustancia que forma las cápsulas para alojar los huevos. Aparece sólo en las lombrices adultas y representa la madurez sexual. También poseen por ser hermafroditas los 2 órganos sexuales: testículos y ovario con el respectivo receptáculo seminal y oviducto.

4. Hábitat.

Bollo, E. (1999), reporta que la lombriz habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación. Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo musculoso. Digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra.

5. Ciclo de vida y reproducción.

Fajardo, V. (2002), nos revela que son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 o 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera de color amarillento) de

unos 2 mm. De la cual emergen de 2 a 21 lombrices después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados. Durante el acoplamiento giran en sentidos opuestos, se contactan los aparatos masculinos y femeninos de cada lombriz y reciben mutuamente esperma. La actividad sexual está disminuida en los meses muy calurosos, como también en los meses demasiado fríos. Logra su madurez sexual a los tres meses pero se considera adulta a los siete meses de su nacimiento. Una lombriz roja puede producir anualmente en condiciones normales de humedad y temperatura 1500 lombrices. Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

6. Condiciones ambientales para su desarrollo.

Según <http://www.agrobit.com>. (2008).

a) Humedad.

Será del 80% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz. Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente.

b) Temperatura.

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos.

c) pH.

El pH óptimo para su desarrollo está en un rango de 7 a 8. Es indispensable efectuar la prueba de acidez cada vez que se recibe una nueva partida de material orgánico con la finalidad de controlar su envejecimiento y su estado de descomposición. Se utiliza papel tornasol o el potenciómetro para determinar el valor de acidez o basicidad del sustrato.

Para esta prueba se toma con la mano una muestra muy húmeda estiércol; se introduce una tira de dicho papel en medio del estiércol; se introduce una tira de dicho papel en medio del estiércol y se mantiene la mano cerrada durante 20 a 30 segundos; luego se compara la coloración obtenida con la escala de colores que trae el empaque. Si el pH es ácido, se desarrollaran en el sustrato la plaga conocida comúnmente como planaria.

d) Riego.

Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor.

El riego por aspersión requiere mayor inversión, habiendo diversas modalidades según su disposición en los lechos. Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego son muy elevados darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del vermicompost. Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica.

e) Aireación.

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación. Dentro del lecho debe existir un adecuado intercambio gaseoso, el cual está relacionado con la textura del sustrato. La presencia de material altamente compacto o los excesos de agua que saturan los poros del lecho producen una disminución de O₂ peligrosa para la supervivencia del animal, se debe evitar el uso de plásticos tanto en el fondo del

lecho como de cubierta usar como protectores materiales como costal, paja, hojas de plátano entre otras.

7. Alimentación.

Fajardo, V. (2002), señala que las lombrices comen casi cualquier sustancia orgánica putrefacta y son muy golosas para las azúcares, las sales y la celulosa. Cuanto más fino sea el granulado de la comida, menor dificultad tendrá para ingerirla y por tanto mayor será la producción de humus; es indispensable que el granjero triture el alimento antes de suministrarlo, para acelerar el proceso de degradación y mejorar la textura.

Como son muy voraces y les encanta la celulosa aceptan el papel y el cartón siempre y cuando estén bien humedecidos. Se les puede dar viruta y aserrín de madera que proceda de árboles pobres de resina y bajos e taninos (las virutas de madera roja poseen altas cantidades), pues el exceso de esta sustancia es tóxico para las lombrices. También aceptan muy bien el estiércol previo un tratamiento de maduración.

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

Se asegura que la calidad de la alimentación influye mucho sobre la reproducción Romero, F. (2004), quien alimentó con residuos de cocina y obtuvo resultados de 21145 anélidos y León, P. (2002) quien alcanzó 15563 (en 90 días iniciando con un promedio de 3300) .

8. Patologías.

<http://www.agrobit.com>. (2008), reporta que las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias.

La patología más importante es la intoxicación proteica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices.

Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio. Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calcíferas. Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona clíterar, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad. Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato cálcico.

9. Enemigos.

<http://www.agrobit.com>.(2009), señala que la mayor parte de los enemigos de las lombrices proliferan en el criadero por descuido del lombricultor. Los depredadores directos más frecuentes son los pájaros (cuervos, mirlos, tordos...) ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz la cubrimiento del lecho con ramas o mallas antigranizo, además con esta medida se evita la evaporación y se mantiene la humedad.

Como medida preventiva para eliminar las ratas y ratones se emplearán desratizaciones en puntos estratégicos de las instalaciones y además de medidas higiénicas.

Los topos son los peores enemigos de las lombrices, ya que practican túneles profundos a modo de excavadora. Se combaten protegiendo los lechos con materiales que impidan su acceso: ladrillos, mallas metálicas, etc. La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros y hormigas es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento.

10. Razones de su elección.

<http://www.lombricor.com/humus6.htm>. (2008), reporta las siguientes razones por las cuales se prefiere la lombriz roja californiana sobre otros tipos de lombriz:

- En muchos países del mundo se ha experimentado con ella, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho.
- Es muy prolífera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Y su longevidad está próxima a los 16 años.
- Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. 1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus (63%).
- Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria.
- Una lombriz adulta de un gramo de peso, ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos).
- Cando, M. (1996) asegura que las lombrices alcanzan pesos de 1 gramo en estiércol bovino. En cambio Suquilanda, M. (1996) afirma que con desechos de cocina solo se alcanzan pesos de 0,3 gr.
- Produce enormes cantidades de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.
- Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.
- 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.

11. Importancia Económica.

<http://www.agrobit.com>.(2009), explica que la eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las

lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico.

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

Los ingresos de producción (venta de lombriz, humus u otros), permiten realizar un estado de pérdidas y ganancias y establecer un punto de equilibrio a partir del cual se empiezan a tener ganancias sobre el capital invertido. En este tipo de producción el tiempo para llegar al punto de equilibrio es corto y se obtienen ganancias a los pocos meses de haber iniciado.

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

C. MATERIAL ORGÁNICO PARA SUSTRATOS EN LOMBRICULTURA.

1. Diversos insumos a utilizar de acuerdo al origen.

a) De origen vegetal.

Deffis, A. (1992), indica que entre los desechos de origen vegetal están las hojas, pastos, flores, tallos, pajas, frutas, verduras y restos de plantas generados en procesos agroindustriales. Todos estos materiales pueden ser utilizados en la alimentación animal siempre y cuando realice un proceso de precompostaje, que es necesario previo a ser facilitado a las lombrices. Uno de los problemas más

importantes a considerar en su manejo es la alta humedad de éstos, así como su contenido de azúcares, que hace que fácilmente fermenten y se conviertan en un problema. Por otra parte cuando se manejan adecuadamente se convierten en un excelente alimento para las lombrices, produciendo un magnífico humus.

- Residuos de silos: en general, siendo los de alimentos balanceados grandes contaminantes.
- Residuos de la industria maderera: como el aserrín y la viruta previamente reducida a partículas pequeñas.
- Residuos vegetales: tales como hojas, pasto o tallos despedazados.
- Restos de hortalizas: tortas y pellets de oleaginosas, como el girasol, soja, lino, algodón.
- Rollos o fardos viejos de pasturas, rastrojos de diferentes cultivos.
- Residuos de cocina: en su mayoría residuos de frutas, cortezas de tubérculos
- Residuos de cosechas.

b) De origen animal.

Deffis, A. (1992), indica que los estiércoles individuales o mezclados con otros y con desechos vegetales son el alimento más apetecido por las lombrices en general, por lo que el manejo de aquéllos resulta bastante eficiente con lombrices de tierra. Puros o en camas en base a aserrín, viruta, pajas o cáscaras de cereales.

Estiércol de bovino: Este estiércol presenta una condición de manejo fácil, debido a su menor compactación y su acidificación y a que tiende a ser más atractivo para los insectos, algunos de los cuales se pueden convertir en plagas. 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 requiere un periodo previo de maduración antes a su uso como alimento, este periodo puede oscilar entre 8 a

15 días, dependiendo de las condiciones climáticas fundamentalmente temperatura. Las experiencias demuestran que éste puede ser manejado solo o en mezcla con otros materiales como forrajes de desecho, restos de vegetales, aserrín sin ningún problema, desde luego considerando las medidas oportunas en manejo previo a ser utilizado en la alimentación.

Estiércol porcino: No es muy aconsejable pues hay que esperar que se descomponga lo suficiente para poderlo suministrar a las lombrices.

Residuos de criadero de gallina: cama de pollo, da un residuo con fósforo complicado de procesar.

Residuos de criadero de conejos: cuyes, caballos; son los mejores para procesar, constituye un alimento óptimo, constituyendo un sustrato donde las lombrices pueden vivir.

Residuos de mataderos: carne, vísceras, plumas, contenidos ruminales como la panza ovina que debido al rumen produce mucho olor a metano pero es rica en nutrientes predigeridos.

Harinas de sangre: hueso, pescado, sueros de la industria láctea, etc.

Los macroelementos que aportan algunos estiércoles para la alimentación de la lombriz se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. MACROELEMENTOS DE ALGUNOS ESTIÉRCOLES PARA LA ALIMENTACIÓN DE LOMBRIZ.

COMPONENTES	EQUINOS	BOVINOS	OVINOS	PORCINOS
Kg por 100 Kg				
Nitrógeno	6.7	3.4	8.2	4.5
Fósforo	2.3	1.3	2.1	2.0

Potasio	7.2	3.5	8.4	6.0
Relación C/N	18:1	32:1	32:1	16:1

Fuente: INDICAP. (1990). Curso sobre producción y agro industrialización de la lombriz de tierra.
Ed. Indicap, Santiago de Chile.

c) Basuras y desechos domiciliarios.

Residuos domiciliarios.

Deffis , A. (1992), las lombrices pueden transformar toda la parte orgánica de la basura en un humus de buena calidad mientras se controle la probable existencia de materiales pesados como el plomo, cadmio, etc. y los agentes patógenos transferibles al lombricompuesto, de allí a la planta y luego a la alimentación humana. Se han comenzado con experiencias separando la basura orgánica en bolsas de distinto color. 1 kg. de residuo diario por habitante en una ciudad de 1.000.000 de personas producirían 1.000 tn. diarias capaces de fertilizar 60.000 has/año] ante la factibilidad de poner en marcha un plan tan importante como el reciclado de basura en el país.

La técnica de producción del lombricompuesto consiste en la preparación de pilas de residuos orgánicos que, dispuestas sobre el piso, atraviesan por una etapa de digestión aeróbica compostaje y por otra etapa de transformación por las lombrices, vermicompostaje.

D. RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS PARA LOMBRICULTURA.

<http://www.humussell.com>.(2007), reporta que es importante conocer las relaciones de C/N de todos los residuos para evitar demoras y controlar la calidad. Con una relación C/N alta superior a 50/1, como el caso del aserrín y virutas, demora 5 a 6 meses y con una relación baja de C/N de 10/1 como en el caso excremento de gallina también se dilata debido a que los microorganismos no obtienen el carbono para iniciar el proceso de incorporar 1/3 a su cuerpo y eliminar los sobrantes 2/3 en forma de dióxido de carbono.

El nitrógeno de las proteínas puede perderse en forma gaseosa (amoníaco), para evitarlas debe tenerse la masa húmeda, (con agua se forma hidróxido de amonio y así queda retenido el nitrógeno). Si trabajamos con estiércoles frescos, (alto contenido de agua y celulosa), no lograremos mejorar ni químicamente ni físicamente los suelos.

Si incorporamos estiércol sin compostaje previo, observaremos una baja inmediata de nitrógeno asimilable por las lombrices, ya que los microorganismos los utilizan para su reproducción. Los animales adultos producen estiércol de mejor calidad al eliminar más nutrientes. La relación C/N ideal para comenzar el compostaje es de 30 a 40/1. Dos tercios del C es eliminado como sobrante por los microorganismos y el tercio restante queda inmovilizado como parte del cuerpo microbiano, resultando una relación de 10/1, óptima para la alimentación de la lombriz.

1. Cómo hacer una mezcla con la relación C/N correcta.

http://www.agroterra.com/humus_liquido.html. (2008), indica patrones para realizar una correcta relación C/N:

La relación c/n correcta se ubica en un rango de 30 a 40 partes de Carbono y una parte de Nitrógeno 30/1 a 40/1 porque los microorganismos absorben en la proporción 30/1 eliminando 2/3 del Carbono como sobrante CO₂ y 1/3 inmovilizándolo como parte del cuerpo microbiano resultando la relación de equilibrio 10/1 que es ideal para la alimentación de la lombriz.

En los casos en que la relación C/N es superior a 50/1 o sea alto contenido de carbono y bajo de nitrógeno ej: mezcla de hojas con viruta se demoran 5 a 6 meses para que los microorganismos incorporen el carbono eliminando el sobrante hasta la estabilización.

En los casos en que la relación C/N es de 10/1 o sea bajo contenido de carbono y alto de nitrógeno ej: residuos de frigoríficos, excremento de gallinas o porcinos también el tiempo de compostaje se dilata ya que los microorganismos no tienen suficiente cantidad de carbono para iniciar su proceso y por lo tanto se retrasan en su crecimiento. En este caso perdemos el valioso nitrógeno si se conjuga la tendencia al pH alcalino con la alta temperatura y la baja humedad.

La mezcla óptima: En los casos en que los residuos se alejen de la relación 30-40/1 se mezclan en volumen una parte del residuo con alto contenido de carbono paja o rastrojo con otra parte igual del residuo con alto contenido de nitrógeno residuos de frigoríficos, estiércol porcino, excremento de gallina.

2. Relaciones C/N de algunos residuos orgánicos.

Según http://www.agroterra.com/humus_liquido.html (2008).

Estiércol de Animales.

De equino 18/1

De vacuno 30/1

De porcino 16/1

De ave 20/1

Excremento de ave 12/1

Otros residuos orgánicos.

Residuo Orgánico Relación C/N

Viruta, Aserrín 60/1

Residuos domiciliarios 15-35/1

Broza forestal, (hojas, ramas) 70/1

Rastrojos, rollos y fardos viejos 65-80/1

Vísceras de frigorífico 15/1

Suero de Tambos 20/1

Harina de sangre 10/1

Harina de carne 15/1

E. EL POLVO DE ASERRÍN COMO SUSTRATO PARA LOMBRICES.

Schuldt, M. y Beláustegui, H. (1995), enfatizan que el aserrín es el residuo de la madera más común y más ampliamente distribuido, tiene muchas cualidades que lo hacen deseable para la preparación del sustrato para lombriz. Todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato, también el tamaño de partícula de aserrín permite que sea más fácil su descomposición en comparación con la viruta. Su mezcla con otros residuos orgánicos tiene efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación.

El polvo de aserrín no contiene partículas minúsculas de madera producidas durante el proceso y manejo de la madera, paneles contrachapados y y/o aglomerados. La formación polvo de aserrín ocurre en muchas industrias, incluyendo el talado de árboles, y operaciones en aserraderos, fabricación de muebles y papel, y la construcción de edificios residenciales y comerciales.

Se explica que existen grandes cantidades de aserrín acumulados en aserraderos y que son eliminados vía quema o en cursos de agua. El aserrín acumulado contamina el suelo, los cursos de agua, restringe la superficie útil de suelo y genera problemas ambientales por incendios y auto combustión.

También señala que localmente el aserrín es usado principalmente como combustible y en menor escala como camas en la cría de algunas especies aún así, los volúmenes de aserrín siguen incrementándose. El uso alternativo del aserrín como sustrato acondicionador de suelos o para la producción de vegetales ha sido poco estudiado en Ecuador.

Schuldt, M. y Beláustegui, H. (1995), manifiestan que el aserrín localmente presenta ventajas para su uso (bajo costo y alta disponibilidad), sin embargo, su gran limitante es la alta relación C:N; al respecto indican que al añadir aserrín al suelo, se debe elevar el contenido de N para evitar competencia por el y que al

usarlo como para el cultivo de plantas, se han observado deficiencias de N. Para mejorar la calidad del aserrín se han aplicado métodos físicos y/o químicos con el fin de obtener un producto que actúe como transportador de fertilizantes y mejore la estructura física de suelos agrícolas para ser usados en cultivos.

1. Desventajas del uso del aserrín en lombricultura.

<http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura2.htm>. (2008), toda materia orgánica (viruta) deshidratada, ha perdido prácticamente muchos sus nutrientes quedando una composición leñosa rica en lignina, de ahí lo demoroso en descomponer. Si se dispone de ella en abundancia hay aportar al compostaje estiércol bovino o rumiante en general (estos contienen bacterias específicas para degradar materias lignificadas).

Por otra parte la mayoría de las especies de madera roja son ricas en taninos, sustancias tóxicas para las lombrices y otros organismos. En el caso del eucalipto, éstas hojas son ricas en terpenos, también sustancias tóxicas. Mediante compostaje se lo puede incorporar al proceso de preparación de sustrato alimenticio para lombrices

Se puede concluir que es beneficioso incorporar aserrín en cantidades moderadas combinando con una mezcla con estiércol el cual aporta nutrientes básicos para estos anélidos como lípidos y proteínas además de una abundante población de microorganismos capaces de degradar la lignina.

F. LA FIBRA EN EL SUSTRATO PARA LOMBRICES.

<http://www.agrobit.com>. (2009), expone que las fibras básicamente aportan carbono (celulosa) como las cáscaras de cereales y la cama de caballo. Se usan para acondicionar el material haciéndolo más esponjoso y aireado, facilitando su fermentación. Además, una vez finalizado el proceso de elaboración, dejan finas

partículas de fibra que mejoran las cualidades agrícolas del material.

Hay ciertas reglas que se deben cumplir en el tratamiento de los residuos orgánicos. Si estos no se acondicionan bien las lombrices tardarán en ingresar al alimento, lo que resulta antieconómico.

Todo estiércol se debe desmenuzar, mezclar con fibra y posteriormente picar. Aunque haya estado acumulado por un tiempo en el establo, si no se mezcla y airea no fermentará.

No es conveniente adquirir estiércoles viejos (con más de 20 días de producidos) porque el material tendrá un pH más ácido y favorecerá la aparición de plagas. Se suelen indicar largos períodos para la maduración de los distintos tipos de estiércoles. Por ejemplo 6 meses para el estiércol vacuno y 12 a 16 meses para el de aves. Este plazo es excesivo por los riesgos que veíamos anteriormente y porque después de una maduración tan prolongada queda muy poca proteína a disposición de las lombrices.

El estiércol de corral se endurece con el tiempo formando bloques y la maquina trituradora no tiene suficiente potencia para desmenuzarlo. Por eso hay que prestar mucha atención con el estiércol de corral que no se retira regularmente. Lo ideal es traerlo de los lugares donde se realiza una higiene día por medio, como ocurre en las ferias de remates de hacienda.

Al estiércol de cama de pollo se lo debe dejar secar un poco y para que no se apelmace agregar cáscara de arroz y picar. La fibra de la viruta, cáscara de arroz) ayuda a que el estiércol quede más esponjoso y aireado acelerando la fermentación. De esta forma se puede manejar cualquier tipo de estiércol. Por ejemplo, el estiércol de cerdo es muy pegajoso y cuando se seca se pone duro e hidrófugo conservando el centro fresco. La forma de manejarlo es hacerle perder un poco de humedad, mezclarlo con fibra y luego picarlo.

El estiércol y la panza de matadero se mezclan con un 20-30% de fibra. Una combinación que se emplea en la granja Vita-Fértil es 15% de Cáscara y 15% de

cama de caballo. La panza contiene mucho líquido y requiere un día o dos para escurrir antes de ser mezclada con la fibra.

El pasto y las hojas y no son un buen sustituto de la fibra de arroz o madera en las unidades de producción. Son muy difíciles de degradar porque necesitan mucho oxígeno. Es preferible hacer una pila y manejarla con la técnica de compostaje tradicional.

Los residuos domésticos son pastosos y cuesta picarlos. Una alternativa es mezclarlos con viruta de madera y un poco de humus (si no se cuenta con cama de caballo o cáscara de arroz) para mejorar la fermentación. Luego se los cubre con un cm de aserrín para que no atraigan a las moscas.

La viruta puede ser de álamo o sauce. Es el material que se emplea en los establos. No usan virutas resinosas o con tanino porque estas no son muy absorbentes y pueden teñir al animal.

La viruta, la cama de caballo y la cáscara de arroz no requieren un compostaje previo. En el caso de la cama de caballo la orina se va evaporando pero la que queda se convierte también en nutriente para las lombrices.

Siempre hay que tener un poco de materia prima de más por si surgiera cualquier eventualidad.

G. HUMUS.

1. Generalidades.

<http://www.humusor.com/portada.html> (2007), reporta que el humus de lombriz producido es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California.

Es totalmente natural, mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación.

En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, carbono, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno. Favorece la circulación del agua y el aire. Las tierras ricas en Humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía.

Facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata. Tiene capacidad de taponamiento, por lo que en su presencia los terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse. Su pH neutro permite aplicarlo en contacto con la raíz, de forma que evita en un 100% el shock del trasplante y facilita la germinación de las semillas.

Contiene sustancias fitoreguladoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas.

El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que con su aplicación, mejore la estructura y equilibrio del terreno y aumente su capacidad de producción; además de nutrientes y hormonas vegetales, este humus posee una importante carga bacteriana que degrada los nutrientes a formas asimilables por las plantas.

El lombrihumus es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, las cuales estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son: Auxinas, giberelinas y citoquininas.

El cuadro 2. Presenta una comparación de los principales macro y micro elementos contenidos en los humus de lombriz realizados a base de los desechos más comunes; principalmente estiércoles.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DE DIVERSOS LOMBRIHUMUS.

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

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

2. Aplicación de humus.

<http://www.humusell.com>. (2007), reporta que las aplicaciones del humus de lombriz en general son:

HORTALIZAS: 3 a 4 toneladas por hectárea.

PRADERAS: 4 - 5 ton/ha., según el terreno.

ÁRBOLES: Aplicar de 5 a 10 kg./árbol según su tamaño.

FLORES: Aplicar de 400 a 800 gr./m².

3. Composición del Humus.

El cuadro 3. Indica la composición química del humus con los principales macro y microelementos indispensables para las plantas.

Cuadro 3. COMPOSICIÓN DEL HUMUS.

Componente	Valores
Nitrógeno total	2.20%
Fósforo total como P ₂ O ₅	2.33%
Potasio como K ₂ O	0.62%
Calcio	1.20%

Magnesio	0.85%
Sodio	0.25%
Azufre(S-SO ₄)	0.45%
Fierro	2.10%
Manganeso	0.45%
Zinc	0.015%
Cobre	0.04%
Materia Orgánica	22.05%
Ácidos Húmicos	1.5-3%
Ácidos Fúlvicos	2.8-5.8%

Fuente: www.humussell.com. (2007).

4. Beneficios que aporta.

www.humussell.com.(2007), es una biotecnología que utiliza la lombriz Roja de California para reciclar todo tipo de materia orgánica transformándola en humus. La lombricultura tiene cada día más futuro, ya que ayuda al hombre a reciclar los restos de la mayoría de las materias orgánicas que produce tanto de origen animal como doméstico, evitando la contaminación y a la vez ayudándole en los sistemas de producción agrícola, forestal y de jardinería, poniendo a su disposición un producto totalmente ecológico y reconocido como ideal para el alimento de cualquier clase de plantas y germinación de semillas. El humus de lombriz, es un fertilizante orgánico biorregulador y corrector de suelos que por su estabilidad no da lugar a fermentación o putrefacción. Actualmente está considerado como uno de los alimentos más completos y de más rápida absorción por las raíces de las plantas.

El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva que ejerce este pequeño animal sobre la materia orgánica. Aunque como abono orgánico puede decirse que tiene un alto valor nutritivo, lo importante no son los valores absolutos de los elementos químicos que normalmente se analizan, sino más bien la gama de compuestos orgánicos, su disponibilidad a las plantas y su resistencia a la fijación y al lavado.

Pero más importante aún, es la microflora contenida en el humus de lombriz. Ningún abono orgánico similar lo iguala, presentando un conteo bacterial benéfico de bacterias aeróbicas, hongos y actinomicetos de hasta dos billones de colonias por gramo, lo cual lo convierte en el mejor inoculador de vida para los suelos.

Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos. El humus de lombriz es de color negrozco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque. Contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho, posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

Es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de absorción, evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.

La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro y en dosis excesivas, no quema ninguna planta teniendo además una duración ilimitada.

Influye efectivamente en la germinación de las semillas y en el desarrollo de la

plantas pequeñas aumentando notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad y evita también el shock producido por heridas o por cambios bruscos de temperatura y humedad; por lo dicho puede usarse sin inconvenientes en estado puro.

5. Propiedades del Humus.

<http://www.humusor.com/portada.html>(2007), manifiesta que estas son las propiedades del humus sólido de lombriz.

- Influye en la germinación de la semilla y el desarrollo de las plántulas, aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Favorece la absorción radicular.
- Aporta al desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos en el suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos, haciendo que las plantas asimilen los minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta: hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humidificadoras.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Mejora la porosidad de los suelos, aumentando la aireación.

- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres, fósforos) debido a su capacidad de absorción.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua de los cultivos.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

La presente investigación se desarrolló en la Unidad de Lombricultura y Abonos Orgánicos de la F.C.P. E.I.Z. ESPOCH, ubicada en el Km 1 de la Panamericana Sur (Riobamba). El trabajo experimental tuvo una duración de 5 meses. Las condiciones meteorológicas se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura C	13.5
Humedad Relativa %	66.25
Precipitación (mm.)	46.55

Fuente: Dpto. de Agrometeorología de la Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES.

Se trabajó con un total de 12 unidades experimentales (lechos) estudiándose el efecto de 4 tratamientos, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, cada tratamiento constó de 3 repeticiones. Los 12 lechos tuvieron una dimensión de 1.0 x 1.0 x 0.5 metros; estas unidades se poblaron con lombriz Roja Californiana con un tamaño de 1 Kg de lombriz por cada unidad experimental por cada lecho de 1m².

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES.

1. Materiales.

- 12 Kg de lombrices
- Aserrín pulverizado
- Cal
- Materia Orgánica
- Estiércol Bovino.
- Sacos.
- Agua.
- Paja.
- Papel indicador pH
- 1 carretilla
- 2 palas y rastrillo
- Regaderas
- 1 Zaranda
- Material de escritorio

2. Equipos.

- Balanzas
- Computadora
- Cámara fotográfica

3. Instalaciones.

- 12 lechos de 1.0m x 1.0 m x 0.5 m

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se evaluó la utilización de 4 tratamientos bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar con 3 repeticiones con lo que se obtiene un total de 12 unidades experimentales. El cuadro 5. Indica el esquema del experimento.

Modelo Matemático D.B.C.A:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}.$$

Donde:

X_{ij} = Valor del parámetro en consideración.

μ = Media general.

α_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = Efecto de los bloques.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	TUE	Rep	Total
Sustrato Materia Orgánica común (testigo)	T0	1 m ²	3	3 m ²
Sustrato Aserrín 100% + Estiércol Bovin 0%	T1	1 m ²	3	3 m ²
Sustrato Aserrín 75% + estiércol bovino 25%	T2	1 m ²	3	3 m ²
Sustrato Aserrín 50% + estiércol bovino 50%	T3	1 m ²	3	3 m ²

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES.

➤ **Fase de siembra.**

Población de lombrices inicial (Nº/ lecho)

Biomasa inicial de lombrices a la siembra (gr).

Temperatura (Cº) y pH cada 15 días.

Humedad. (%)

Peso del sustrato inicial (Kg)

➤ **Fase de cosecha.**

Población de lombrices adultas a la cosecha (Nº/ lecho)

Población de lombrices juveniles a la cosecha

Biomasa final. (gr)

Número de capsulas a la cosecha.

Tiempo de conversión Sustrato - Humus (Nº días)

Conversión Sustrato- Humus (% y Kg)

Composición química N, P, K, Ca, Mg (%)

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.

- **Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias.**
- Pruebas de significación según Tukey, para separación de medias con el nivel $P < 0.05$ y $P < 0.01$.
- Análisis de correlación y regresión.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1. Descripción del experimento.

a) Preparación de sustratos.

(1) Tratamiento Testigo (sustrato de materia orgánica común): Se realizó una mezcla de materia vegetal, estiércoles y basura orgánica (40 Kg). Para comenzar a fermentar aeróbicamente fue necesario que el sustrato esté fresco, comenzamos dando vuelta 1 o 2 veces al día para que escapen los gases, alternando con suministro de agua para así evitar que el sustrato se caliente, propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas que comenzaron a degradarlo; este trabajo se realizó hasta que el sustrato esté maduro. En los días posteriores se realizó el siguiente manejo:

- Se removió el material cada 24 horas hasta que la temperatura se mantuvo constante y el material presentó un color oscuro, sin mal olor y al tacto pastoso.
- El riego del sustrato se efectuó cada 3 a 4 días.
- Se estabilizó el alimento en un pH de 7.5 a 8.0, una humedad del 80% y una temperatura de 20 a 25 grados °C.
- Finalmente se tomaron los datos de temperatura, pH, humedad

(2) Tratamiento 1 (sustrato de Aserrín al 100%) : Previo al tamizado del aserrín se hizo un sustrato con el 100 % de este material (40 Kg de aserrín pulverizado) removiendo solo 1 vez cada 2 días y el riego cada 2 días. Se vigiló Temperatura, Humedad, pH.

(3) Tratamiento 2 (Sustrato de Aserrín 75% + Estiércol Bovino 25%) : Para este tratamiento se hizo una combinación utilizando el 75% de aserrín previamente tamizado añadiendo a este el 25% de estiércol bovino y mezclando (30 Kg aserrín + 10 Kg de estiércol bovino); El manejo del sustrato fue similar al tratamiento testigo.

(4) Tratamiento 3 (Sustrato de Aserrín 50% + Estiércol Bovino 50%) : Se hizo una mezcla utilizando el 50% de aserrín previamente tamizado y el 50% de estiércol (20 Kg aserrín + 20 Kg de estiércol bovino); El manejo del sustrato fue similar al tratamiento testigo.

b) Llenado de las camas.

Las camas experimentales tuvieron las siguientes dimensiones 1.0 x1.0x y 0.5 (m). En el fondo de la cama se colocó una capa delgada de cal y encima de esta se coloca el sustrato. antes de inocular las lombrices revisamos el pH. El cual estuvo en los rangos requeridos gracias al control.

c) Siembra de la lombriz.

- La siembra de lombriz se hizo en la mañana debido a que son fotofóbicas y se introducen con más facilidad al sustrato. Se colocó 1 kg de lombrices adultas en su mayoría por cada lecho de 1m². Posteriormente se tapó el lecho con 10 cm de paja y finalmente se regó cuidadosamente.
- Realizada la inoculación las lombrices penetraron y comenzaron a alimentarse y reproducirse.

d) Manejo de los lechos.

- Para mantener controlada la humedad se regó los lechos pero evitando excesos
- Se realizó una sencilla prueba para determinar la humedad aproximada (consiste en coger la cantidad de sustrato que se alcance con el puño, apretar y si brotan de 8 a 10 gotas es que la humedad está en 80% aproximadamente).
- Se controló la temperatura constantemente la cual estuvo de 20 a 25 grados centígrados que es el rango óptimo.
- Adicionalmente se controló también el pH cada 15 días; 6.8 a 7.5 es el ideal. Para el efecto utilizamos tiras medidoras de acidez.
- El control de oxígeno también fue importante evitando la presencia de material altamente compacto, evitamos el uso de plásticos. Se usó como protectores paja y hojas.
- Se evitó la presencia de animales indeseables cubriendo los lechos con ramas además que esta medida también evitó la evaporación rápida.

➤ **e) Cosecha del Humus.**

- Se dejó de suministrar agua por 4 días previos a la cosecha para facilitar el tamizado y favorecer la utilización de las trampas para recoger lombrices.
- Se introdujo trampas para recoger las lombrices en la noche y se retiraron a la mañana siguiente.
- Finalmente se tamizó el contenido de cada lecho e inmediatamente se tomaron las respectivas mediciones experimentales utilizando las técnicas utilizadas en lombricultura.

F) Recolección de los resultados.

- Como resultado de la cosecha se pudo obtener humus, lombrices y un excedente en desperdicio, estos se pesaron y midieron para obtener la efectividad de cada tratamiento.

- Las lombrices obtenidas de cada uno de los 12 lechos se pesaron y contaron por separado utilizando técnicas estadísticas de muestreo muy manejadas en lombricultura para determinar conteo de poblaciones y biomásas obtenidas.

- El humus cosechado de cada uno de los doce lechos también se pesó por separado con lo cual se determinó la producción en humus de cada uno de los tratamientos.

- El desperdicio obtenido tras la cosecha también ayudó a determinar la eficiencia productiva de cada lecho por lo cual también fue un parámetro a tomar en cuenta en las mediciones.

- Las respectivas muestras de humus se enviaron al Laboratorio de Suelos de la Facultad De Recursos Naturales de la ESPOCH. para los respectivos análisis en los cuales se determinó N, P, K, Ca, Mg y pH.

- Finalmente la tabulación de los datos recolectados y el respectivo análisis Beneficio/costo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.

1. **Sistema de evaluación de la población de lombrices a la siembra y cosecha mediante conteo.**

Al momento de la siembra se introdujo 1 Kg de lombriz adulta en cada lecho de 1m²; para el conteo de las lombrices se utilizó una técnica muy manejada en lombricultura que consistió en tomar de cada Kg una muestra de 100 gr y contar cuántas lombrices existían en cada grupo para luego hacer una relación matemática y conocer un dato aproximado del número de lombrices por Kg.

2. Sistema de evaluación de la población de lombrices adultas y juveniles a la cosecha.

Se utilizó la misma técnica de conteo; para la diferenciación entre lombrices adultas y juveniles se tomó en cuenta que las lombrices adultas poseen el Clitelio que es un claro abultamiento glandular ubicado en la parte anterior del cuerpo y que aparece sólo en las lombrices adultas y representa la madurez sexual Fajardo,V. (2002). También tomamos en cuenta otras características como tamaño, grosor, coloración, etc.

3. Sistema de evaluación de la biomasa final de lombrices por tratamiento.

La biomasa final se obtuvo del número de Kg obtenidos luego de pesar la cosecha de lombriz de cada lecho.

4. Sistema de evaluación del número de cápsulas a la cosecha.

Para determinar el número de cápsulas se tomó una muestra de 250 gr de contenido de cada lecho; posteriormente se extrajeron solo las cápsulas y se las contó una a una para luego realizar la relación con el peso del material existente en cada lecho para determinar el número aproximado de cápsulas de cada uno.

5. Sistema de evaluación del tiempo de conversión sustrato-fertilizante.

El tiempo que tardó el sustrato en convertirse en humus se determinó observando los cambios en las características físicas del sustrato; Así se tomó en cuenta la coloración, la textura, la existencia de material aún no digerido, el olor según lo manifiesta [\(2007\)](http://www.humussell.com) el cual indica que el humus de lombriz es

de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque.

6. Sistema de evaluación de la temperatura y pH.

La temperatura se midió en °C y el pH según la escala correspondiente. Estos datos fueron tomados de cada uno de los tratamientos cada 15 días.

7. Sistema de evaluación de la composición química del humus de lombriz cosechado.

El humus cosechado se lo envió al laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH; solicitando el contenido de N,P,K,Ca,Mg. Acto seguido con los resultados obtenidos se procedió a comparar nuestros resultados con los estándares exigidos para que un humus sea considerado de buena calidad y con investigaciones similares en las que se analizó el contenido de estos mismos elementos en el humus.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL DE LOMBRICES A LA SIEMBRA Y COSECHA.

En el cuadro 6. gráfico1. Se detalla la evolución de la población de lombrices desde el momento de la siembra a la cosecha; inicialmente se empleó 1 Kg de lombriz adulta por cada lecho de 1 m², en el conteo existió un rango entre 2439 a 2512 individuos por Kg / lecho, lo cual estadísticamente no tiene diferencia entre un tratamiento y otro ya que es normal que entre poblaciones de individuos existan estas pequeñas diferencias numéricas. Esto en definitiva indica que

existió homogeneidad en el número de lombrices que se utilizó al inicio en cada tratamiento.

Al momento de la cosecha se realizó un conteo total de lombrices por cada lecho y el análisis estadístico arrojó diferencias altamente significativas. Así los tratamientos más efectivos fueron: Aserrín 50% + Estiércol 50% con 20024 lombrices igualándose estadísticamente al tratamiento Testigo el cual tuvo 19682 lombrices. El tratamiento aserrín 75% + Estiércol 25% tuvo 16858 individuos y el tratamiento más ineficiente con el menor número de lombrices fue el de Aserrín 100% con 12368 individuos.

Evidentemente las razones para que el tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% sea el más efectivo, se pueden respaldar en el hecho de que este sustrato guarda una relación C/N ideal; a más de esto el tamaño de las partículas de aserrín combinadas con el excremento formaron una pasta muy apetecible para las lombrices y fácil de digerir (las bacterias que contiene el estiércol ayudaron a degradar el material lignificado que posee el aserrín. Infoagro.com. (2008). Otra razón es que este sustrato fue consumido totalmente, es decir no hubo gran desperdicio como sucede cuando se suministra otro tipo de materia orgánica.

De igual manera se puede afirmar que el Aserrín 100% no dio buenos resultados por presentar una relación C/N alta lo que afectó a que el tiempo de transformación sea mayor; así mismo el tratamiento solo con aserrín no aporta los suficientes nutrientes, especialmente lípidos y proteínas, que sin lugar a dudas afectan y retardan los procesos fisiológicos normales de la lombriz.

No existen reportes de producción al alimentar con aserrín pulverizado combinado con estiércol; sin embargo al comparar con los reportes de Romero,F. (2004) quien alimentó con residuos de cocina y obtuvo resultados de 21145 anélidos y de León,P. (2002) quien alcanzó 15563 podremos decir que los datos de esta investigación son similares y muy positivos.

El análisis de correlación y regresión gráficos 2, 3, 4 y 6 determinó tendencias cuadráticas en los parámetros evaluados como población total, biomasa total, # de cápsulas y contenido de nitrógeno. La tendencia refleja que a medida que se incrementa el contenido de aserrín a partir del 50% la producción de lombrices,

biomasa, # de cápsulas y contenido de nitrógeno en el humus disminuyen significativamente.

Así mismo utilizar Aserrín en proporciones del 50% combinado con estiércol resulta bastante eficiente e ideal para la producción. En definitiva se acepta el uso de aserrín pulverizado hasta en un 50 % para sustratos de lombriz ya que niveles más altos reducen la producción.

B. EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LOMBRICES ADULTAS Y JUVENILES A LA COSECHA.

El cuadro 6 reporta el análisis de varianza para estos parámetros. En referencia a lombrices adultas existen diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos, el mejor en número de lombrices adultas a la cosecha fue el de Aserrín 50% + Estiércol 50% con 13093 individuos, seguido del testigo con 12217, a continuación el tratamiento Aserrín 75% + Estiércol 25% con 8550 lombrices y el que mostró el menor número fue el de Aserrín 100% con 5117 lombrices adultas.

En reseña al número de lombrices juveniles los resultados no presentan la misma tendencia ya que en el tratamiento Aserrín 75% + Estiércol 25% se encontró mayor número de juveniles con 8308, seguido del tratamiento Testigo con 7555 individuos, luego el Aserrín 100% con 7251 y por último el aserrín 50% + estiércol 50% con 6931 juveniles. Todas difirieron significativamente y en este parámetro podemos notar que en todos los tratamientos el número de adultas fue mayor al de juveniles excepto el tratamiento Aserrín 100% el cual presenta mayor numero de juveniles; esto se debe a que este tratamiento a pesar que duró 150 días, la mayoría de anélidos nuevos no alcanzaron la madurez sexual ya que su desarrollo se vio enlentecido debido a condiciones sobre todo la falta de nutrientes especialmente lípidos y proteínas.

Los resultados son superiores a los de Moscoso, M. (2001) en cuanto a adultas, pero inferiores en cuanto a juveniles; el cual utilizando diferentes estimulantes para la producción obtuvo un promedio de 4419 adultas y 9099 juveniles.

C. EVALUACIÓN DE LA BIOMASA FINAL DE LOMBRICES.

En el cuadro 6. Se puede observar los resultados que proyecta el análisis de varianza referentes a la biomasa obtenida a la cosecha y se comprueba que existieron diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos; el mejor tratamiento fue el Testigo con una biomasa de 6,7 Kg y no pudo ser superado por tratamiento de Aserrín 50% + Estiércol 50% con una biomasa de 5,7 Kg a pesar de que este tuviera un mayor número de lombrices a la cosecha; a continuación se ubica el Aserrín 75% + Estiércol 25% con 4,6 Kg y el menos eficiente fue el tratamiento Aserrín 100% con 3,3 Kg de lombriz.

Se afirma que el tratamiento Testigo superó en biomasa al Aserrín 50% + Estiércol 50% y a los otros ya que este tratamiento estuvo compuesto en su mayoría por desechos de cocina, estiércoles y basuras orgánicas los cuales poseen mayor cantidad de azúcares y lípidos.

Los resultados son inferiores pero cercanos a los reportados por Romero, F. (2004) quien obtuvo una biomasa de 7,49 Kg al alimentar con residuos de cocina. Pero muy inferiores a los de Cando, M. (1996), quien asegura que las lombrices alcanzan pesos de 1 gramo en estiércol bovino. En cambio Suquilanda, M. (1996) afirma que con desechos de cocina solo se alcanzan pesos de 0,3 gr; datos que se asemejan a los de nuestra investigación.

D. EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE CÁPSULAS A LA COSECHA.

En el número de cápsulas a la cosecha (cuadro 6.) el tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% fue el más eficaz con 25077 cápsulas, seguido del testigo con 23089 los cuales son iguales estadísticamente; El tratamiento Aserrín 75% + Estiércol 25% obtuvo 15091 y el tratamiento Aserrín 100 % fue más deficiente con 10491 cápsulas. Estos resultados indican que los tratamientos más eficientes tuvieron mayor reproducción en menor tiempo a causa de que tuvieron sustratos más nutritivos y asimilables lo que influye directamente en los resultados productivos y reproductivos.

Los resultados son superiores a los de Romero, F. (2004) quien al alimentar con residuos de cocina obtuvo hasta 22815 cápsulas e inferiores a los de Patria (1991) el cual obtuvo 27000 cápsulas / m².

Cuadro 6.

Grafico 1

Grafico 2

Grafico 3

Grafico 4

E. EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE CONVERSIÓN SUSTRATO-FERTILIZANTE.

El Cuadro 7. revela las diferencias de tiempo que existieron entre los tratamientos desde la siembra hasta que el sustrato se transforme en humus. El tratamiento más efectivo en este caso también fue el Aserrín 50% + Estiércol 50% el cual duró 90 días en su transformación, seguido de este encontramos al tratamiento Testigo que tardó 100 días; el tratamiento Aserrín 75% + Estiércol 25% duró de 120 días y finalmente el Aserrín 100% que tardó 150 días.

Se evidencia sin lugar a dudas una relación directa entre el tipo de sustrato y el tiempo de conversión de sustrato a humus; así se pueden considerar algunas razones para que el mejor tratamiento de esta investigación (Aserrín 50% + Estiércol 50%) tenga un menor tiempo de conversión, entre estas las más importantes fueron que este tratamiento guardaba una relación C/N de 30/1 aproximadamente, por lo cual las fibras de lignina fueron más fácilmente degradadas y además su textura era fácil de asimilar para la lombriz; razones suficientes para reducir el tiempo de conversión.

El tiempo de transformación según afirman muchos autores Schuldt y Beláustegui (1995), infoagro.com (2008) se ve afectado por varios factores como relación C/N del sustrato, cantidad de fibras, tamaño de partículas, etc. lo cual se confirma en esta investigación ya que el tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% presentó los mejores resultados frente a los otros con características contrarias.

Según afirma Fajardo,V. (2002) la transformación de sustrato a fertilizante (humus) se tarda cada 2 a 3 meses en promedio con lo cual podemos discutir que los sustratos con cantidades de aserrín mayores al 50 % no alcanzan su conversión en estos rangos de tiempo como se evidencia en los resultados

obtenidos en esta investigación.

F. EVALUACIÓN DE LA CONVERSIÓN SUSTRATO FERTILIZANTE.

Al inicio del experimento se introdujo 40 Kg de materia orgánica como sustrato para cada tratamiento. El porcentaje de conversión de este sustrato a humus se encontró en un rango del 62 al 68 % (cuadro 7.) Los tratamientos que tuvieron una mejor conversión fueron el testigo con 27,2 Kg y Aserrín 50%+ Estiércol 50% con 26,8 Kg; mientras que, el más ineficiente fue el tratamiento Aserrín 100% con 24,8 Kg correspondiente al 62 %.

Existen varias razones por las cuales los 2 mejores tratamientos(Testigo y Aserrín 50%+ Estiércol 50%) obtuvieron un mejor rendimiento en conversión sustrato fertilizante; estas se pueden respaldar en que estos 2 tratamientos fueron asimilados en menor tiempo existiendo un menor gasto de energía por parte de las lombrices a la vez un mayor aprovechamiento del alimento que redujo el desperdicio al momento del tamizado.

Según se reporta en http://www.lombricor.com/humus_6.htm (2008), la conversión sustrato fertilizante (humus) se encuentra en un promedio del 63%. Datos que se asemejan a los resultados de esta investigación y que evidencian que el consumo y excreción de humus fueron relativamente normales.

Igualmente Fajardo, V. (2002), indica que la lombriz cada día come el equivalente del peso de su cuerpo y el 60% de lo consumido lo expele en forma de humus con lo cual se puede aseverar que en el parámetro de conversión sustrato – humus los tratamientos lograron resultados satisfactorios aunque alguno en mayor tiempo que otro como es el caso del tratamiento Aserrín al 100 %.

Cuadro 7.

Grafico 5.

G. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y pH DE LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS.

Los cuadros 8 y 9 indican el comportamiento de estos parámetros. Así, existieron tendencias positivas gracias al manejo como es el riego, la remoción y la oxigenación que fueron equiparando los valores de temperatura y pH hasta llegar a niveles constantes como manifiesta Fajardo (2002) que indica que la temperatura ideal es 20 a 25 grados, El pH de 7,5 a 8,0 y una humedad del 80 % .

El tratamiento que tuvo temperatura más alta y pH más bajo al inicio del experimento fue el testigo el cual inició con una temperatura de 28,8 °C y un pH de 6,3 ya que este tenía una mezcla de varias materias orgánicas entre las cuales la mayoría eran desechos de cocina; en cambio el tratamiento que presentó mayores temperaturas y pH más alto fue el de Aserrín 100% el cual al inicio del experimento reportó una temperatura promedio de 13,2 °C y pH de 8,2. Las diferencias de temperatura y pH se dieron por el tipo de material utilizado como alimento en cada tratamiento y sobre todo estos parámetros dependían del manejo continuo de cada lecho; lo cual se evidencia en los resultados obtenidos.

Al término de los experimentos (cosecha 90, 100, 120, 150 días) el pH presentó características neutras en todos los tratamientos con un rango de 7,5 a 7,8; resultados compatibles con los de Ferruzi, C. (1994) (6,56 – 7,93) concluyendo que el producto terminado (lombrihumus) reúne propiedades ligeramente ácidas y ligeramente alcalinas en relación con su pH.

Los Resultados de Romero, F. (2004) quien alimentó con residuos de cocina, muestran tendencias de comportamiento de pH y temperatura similares a los nuestros; las cuales al inicio del experimento no ofrecían las condiciones ideales para la lombriz pero con el manejo adecuado estas se estabilizaron ofreciendo el ambiente más propicio para su desarrollo.

CUADRO 8

Cuadro 9

H. EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ COSECHADO.

Para evaluar la calidad del humus se tomó en cuenta los reportes de Fajardo (2002) quien indica que el humus posee 1,5 a 2% de Nitrógeno; 1 a 2% de fósforo; 1 a 1,5 % de Potasio; 2,0 % de Calcio y 0,55% de Magnesio. Tomando en cuenta estas referencias podemos finiquitar lo siguiente:

El cuadro 10. registra diferencias altamente significativas entre los tratamientos con respecto al contenido de Nitrógeno. Los tratamientos testigo y Aserrín 50% + Estiércol 50% son superiores con 1,8% y se igualan estadísticamente; al contrario del tratamiento aserrín 100% el cual es el más bajo con solo 0,9%. el mismo que difiere estadísticamente del resto de los tratamientos. Se afirma que los tratamientos que mejores resultados dieron en cuanto a composición de nutrientes, superaron al resto porque el tipo de material usado guardó una relación C/N adecuada, mejor asimilación, mejor textura y menor desperdicio.

El único tratamiento que no cumple con los niveles mínimos de Nitrógeno de un humus promedio es el Aserrín 100% ya que solo tiene 0,9% de este elemento; en cambio el Testigo y Aserrín 50%+ Estiércol 50% tienen 1,8 % que son los mejores, y cumplen con lo reportado por Fajardo, V.(2002).

En cuanto al Fósforo (cuadro 10.) notamos que todos los tratamientos tienen deficiencia de este elemento pero el tratamiento aserrín 100% tiene una deficiencia más marcada 0,33%; las deficiencias de los otros tratamientos se pueden considerar como aceptables.

En referencia al Potasio en cambio podemos afirmar que todos los tratamientos son ricos en este elemento y en mayor cantidad el tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% con 2,7% el cual no difiere estadísticamente al tratamiento Aserrín 75% + Estiércol 25% con una media de 2,5% seguido del testigo con 2,3% y el Aserrín 100% es el más bajo con 1,55% de potasio.

En el caso del calcio podemos distinguir claramente las diferencias altamente significativas entre los tratamientos, pero afirmamos que todos tienen una aceptable deficiencia de calcio. El tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% con 1,8 % mostró mayor contenido de Calcio; mientras que el tratamiento Testigo con 1,6 % y el tratamiento Aserrín 75% + Estiércol 25% con 1,6% son iguales estadísticamente. El más deficiente fue el tratamiento Aserrín 100% con 1,3 de Calcio.

Finalmente en el Magnesio El tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% con 0,63 % y el Testigo con 0,57% no difieren estadísticamente y son los únicos que entran dentro de los parámetros requeridos. Los otros dos tratamientos tienen deficiencia de magnesio, pero el más insuficiente es el tratamiento aserrín 100% con 0,24 % de este elemento.

Haciendo referencia a otros autores como Campagnoni, L. y Putzolu, G. (1995), quienes indican una composición de humus a base solo de estiércol Bovino con un contenido de Nitrógeno de 2,02%, Fósforo 0,8%, Potasio 0,5%, Calcio 2,04%, Magnesio 0,85 % podemos manifestar que en comparación con nuestro mejor tratamiento (Aserrín 50% + Estiércol 50%) tenemos ligeras deficiencias en Nitrógeno, Calcio y Magnesio. Sin embargo comparando nuestros resultados con una media general podemos manifestar que nuestros resultados son bastante satisfactorios en dicho tratamiento.

Grafico 6

I. ANÁLISIS ECONÓMICO.

En el cuadro 11 se detallan los costos de producción generados en la investigación para la producción de humus de lombriz a base de aserrín combinado con estiércol bovino así como los ingresos generados por la misma.

Los costos fueron similares en todos los tratamientos gracias a lo económico de todas las materias orgánicas, lo que determinó las diferencias en el B/C fueron los ingresos generados por cada tratamiento. Así el más rentable sin considerar al testigo (1,57) que es el mejor; fue tratamiento Aserrín 50% + Estiércol 50% con un B/C de 1,38 y el menos conveniente fue el tratamiento Aserrín 100% con un B/C de 0,97.

Con estos resultados se puede afirmar que la Lombricultura es una actividad sustentable que a la vez que genera ingresos cumple con el aspecto ecológico y social. El mejor tratamiento con utilización de aserrín tuvo un B/C de 1.38 lo que indica que por cada dólar invertido tendremos 38 centavos de dólar de beneficio.

V. CONCLUSIONES.

La presente investigación proporciona las siguientes conclusiones:

1. El Efecto del aserrín pulverizado al utilizarse como sustrato en la alimentación de lombrices resultó muy efectivo, pero únicamente hasta una combinación correspondiente al tratamiento tres (50 % Aserrín + 50 % Estiércol); niveles más altos de aserrín causan un menor rendimiento en la reproducción, calidad del humus y aumentan el tiempo de conversión sustrato fertilizante; lo cual no es conveniente para la producción.

2. Al utilizar el aserrín al 100% como único alimento para la lombriz, estos anélidos si lograron la supervivencia y hasta se reprodujeron pero de forma lenta, la Conversión Sustrato - Fertilizante se alargó a 150 días y como producto final se obtuvo un humus de baja calidad, poca reproducción en consideración al tiempo, menor biomasa que en los otros tratamientos y no existió rentabilidad.

3. Al evaluar el comportamiento reproductivo poblacional el mejor tratamiento fue Aserrín 50% + Estiércol 50%; ya que con este se cosecharon 20024 lombrices en 90 días difiriendo del tratamiento Aserrín 100% que fue el más bajo, con el cual solo obtuvimos 12368 individuos en 150 días.

4. En número de cápsulas a la cosecha se registra la misma tendencia (mayor reproducción en menor tiempo y viceversa); Así se pudo evidenciar que el tratamiento tres (Aserrín 50% + Estiércol 50%) fue el superior con 25077 huevos, mientras que el inferior es el de Aserrín 100% con 10419.

5. La mayor biomasa la tuvo el tratamiento Testigo con 6,7 Kg que se diferenció de forma significativa del tratamiento uno (Aserrín 100%) que obtuvo la menor biomasa con apenas 3,3 Kg de lombriz.

6. Los mejores niveles de N, P, K Ca y Mg registraron los tratamientos (Aserrín 50% + Estiércol 50%) y Testigo; sin embargo todos los tratamientos tuvieron pequeñas deficiencias de fósforo y alto contenido de potasio. En el tratamiento aserrín 100% los elementos nutritivos para el suelo fueron bajos.

7. El mejor B/C sin tomar en cuenta al tratamiento Testigo el cual tuvo 1.57 fue el tratamiento Aserrín 50%+ Estiércol 50% con 1.38. El tratamiento Aserrín 100% tuvo el menor índice B/C de 0.97 lo cual no resulta rentable.

VI. RECOMENDACIONES.

Luego de experimentar con polvo de aserrín en la alimentación de la lombriz roja es preciso aportar con las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar aserrín pulverizado únicamente hasta un 50% y de preferencia en combinación con estiércoles; debido a que se forma una pasta muy apetecible y digerible para la lombriz, se facilita el manejo y cosecha, se reduce la aparición de mosquitos, los sustratos logran una buena relación C/N, la carga microbiana facilita la degradación del aserrín y se obtienen buenas producciones.
2. Realizar nuevas investigaciones en las cuales se prueben diversos métodos de pre tratamiento del aserrín para que este sea degradado con mayor facilidad por las lombrices.
3. Promover el uso en la Agricultura Orgánica del Lombrihumus como fertilizante; el cual por sus cualidades garantiza un manejo sostenible y sustentable del recurso suelo, disminuyendo así el impacto nocivo de los agroquímicos utilizados al realizar fertilizaciones.

VII. LITERATURA CITADA.

1. BOLLO, E., 1999. Lombricultura una Alternativa de Reciclaje. 1a ed. México, D.F. México. p. 149.
2. CANDO, M. 1996. La crianza de lombriz roja. Quito, Ecuador. pp. 56-62.
3. COMPAGNONI, L. y G. PUTZOLU, 1995. Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable Humus. Barcelona, España. Edit. Vecchi. p.43.
4. DEFFIS, A. 1992. La Basura es la Solución. México. Edit. Concepto. p. 278.
5. FAJARDO, V. 2002. Manual Agropecuario. 1a ed. Bogotá, Colombia. Edit Limerín. pp. 481-502.
6. <http://www.humusor.com/portada.html>(2007). Residuos Utilizados en Lombricultura.
7. <http://www.engormix.com> (2009). Lombricultura Actual.
8. <http://www.Bk/hoy.com.ec/>.(2008). La lombricultura en Ecuador.
9. <http://www.humussell.com>.(2007). Diferentes Sustratos para Lombrices.
10. http://www.agroterra.com/humus_liquido.html (2008). El Humus.
11. <http://www.agrobit.com> (2008). Lombriz Roja Californiana.
12. <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura2.htm> (2008). El Aserrín En la Producción de Humus.

13. http://www.lombricor.com/humus_6.htm. (2008). Sustratos Útiles en Lombricultura.
14. INDICAP. (1990). Curso sobre producción y agro industrialización de la lombriz de tierra. Santiago de Chile. Edit. Indicap.
15. LEON, P. 2002. Estudio de Diferentes Sistemas de Aceleración para la Descomposición Orgánica y Producción de Humus de Lombriz Roja. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba Ecuador. pp. 45-57.
16. MOSCOSO, M. 2001. Evaluación de la Melaza Streptomises sp y Diferentes Densidades de Siembra de Lombriz Roja Californiana en la Obtención de Humus. Tesis de Maestría en Ciencias. p.51.
17. PATRIA, Z. 1991. Cultivemos la Lombriz y Humus. Coleccionables. Manizales, Colombia. pp. 17-18.
18. RIOBAMBA, DEPARTAMENTO DE AGROMETEOREOLOGÍA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES ESPOCH. (2008). Condiciones Meteorológicas de la ESPOCH.
19. ROMERO, F. (2004) Estudio Productivo de la Lombriz Roja Alimentada con Residuos de Cocina. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 52-56.
20. SCHULDT, M. y H.P. de BELAUSTEGUI, 1995. Consideraciones acerca del origen de los materiales destinados al vermicompostaje y su destino como abono. Necesidad de una normativa ad hoc. Actitudes recomendables para Argentina. 6ta.J.Nacional de Lombricultura, Gral. Cabrera, Córdoba. Buenos Aires, Argentina. pp.102-107.
21. SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativas Tecnológicas del Futuro. p. 88.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

N°.

1. POBLACIÓN INICIAL DE LOMBRICES SEMBRADAS EN LOS 4 TIPOS DE SUSTRATOS N°/ 1 Kg.
2. POBLACIÓN TOTAL DE LOMBRICES A LA COSECHA N°/ 1m².
3. POBLACIÓN DE LOMBRICES ADULTAS A LA COSECHA N°/ 1m².
4. POBLACIÓN DE LOMBRICES JUVENILES A LA COSECHA N°/ 1m².
5. BIOMASA FINAL kg/ m².
6. NUMERO DE CÁPSULAS A LA COSECHA (N°/ 1m²).
7. CONVERSIÓN SUSTRATO FERTILIZANTE (Kg/ m²).
8. CONTENIDO DE NITRÓGENO DEL HUMUS COSECHADO (%).
9. CONTENIDO DE FÓSFORO EN EL HUMUS COSECHADO (%).
10. CONTENIDO DE POTASIO EN EL HUMUS COSECHADO (%).
11. CONTENIDO DE CALCIO EN EL HUMUS COSECHADO (%).
12. CONTENIDO DE MAGNESIO EN EL HUMUS COSECHADO (%).