

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

INSTITUTO TECNOLÓGICO PUERTO RICO

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



PERSPECTIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST EN EL MUNICIPIO DE PUERTO RICO-PANDO

Monografía, para obtener el Título de Técnico

Superior en Sistemas de Producción
Agropecuaria

Autora: Univ. Roberta Pérez Bazán

Asesor: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO – BOLIVIA

Noviembre, 2014

HOJA DE APROBACIÓN

Monografía aprobada el ____ de noviembre de 2014

Nombres

Firmas

Postulante: Univ. Roberta Pérez Bazán.

Asesor: Ing. Wilfredo Montaña Teco.

Pdte. Tribunal: Ing. Yaneth Von Dockren S.

Tribunal 1: Ing. Ariel Hurtado Moisés.

Tribunal 2: Ing. Griceldo Carpio Tancara

Tribunal 3: Ing. Pedro Gómez Montero

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, la salud y mis Padres: Guillermo Pérez Ferreira y Nazaria Bazán Céspedes por las tantas noches de desvelo, por sus consejos y orientaciones que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mí.

A mi asesor de monografía: Ing. Wilfredo Montaña T., por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa académico Sistema de Producción Agropecuaria, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

Al Instituto Tecnológico Puerto Rico, a su Directora y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación monográfica.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

DEDICATORIA

A mis Padres Guillermo Pérez Ferreira y Nazaria Bazán Céspedes, a mis hijas, Blanca Angelly, María Ángel, Natali y Kharoll, quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo durante los años de estudio.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos tres años.

INDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS	3
3.1. Objetivo General.....	3
3.2. Objetivos específicos	3
IV. METODOLOGÍA.....	3
4.1. Métodos	3
4.2. Estudio de casos.....	3
4.3. Investigación Documental	4
4.4. Materiales	5
4.5. Análisis	5
V. LA LOMBRICULTURA.....	6
5.1. Generalidades de la lombricultura.....	6
5.2. Lombriz roja californiana	8
5.2.1. Característica generales	8
5.2.2. Clasificación Zoológica	9
5.2.3. Característica Morfológica	9
5.2.4. Hábitat	11

5.2.5. Ciclo de Vida y Reproducción	11
5.2.6. Condiciones Ambientales para su desarrollo	11
5.2.7. Alimentación	13
5.2.8. Patología.....	14
5.2.9. Enemigos.....	14
5.2.10. Razones de su elección	15
5.2.11. Importancia Económica.....	16
5.3. Material orgánico para sustratos en lombricultura.	17
5.3.1. De Origen Vegetal	17
5.3.2. De Origen Animal.....	17
5.3.3. Desecho Domiciliarios.....	18
5.3.4. Relación carbono nitrógeno de los residuos para lombricultura	19
5.3.5. Preparación de sustrato	20
5.3.6. Relaciones C/N de algunos residuos orgánicos	20
5.3.7. El polvo de aserrín como sustrato para lombrices.....	21
5.3.8. Desventaja del uso del aserrín en lombricultura.....	22
5.4. El humus.....	23
5.4.1. Aplicación de humus	24
5.4.2. Beneficios que aporta	25
5.4.3. Propiedades del humus	26
VI. APOORTE TEÓRICO	28
6.1. Instalaciones apropiadas para una planta de lombricultura	28
6.2. Preparación de alimento	29
6.2.1. Fuente de agua.....	31
6.2.2. Estiércol.....	31
6.3. Colonias de propagación de lombrices	32

6.4. Cosecha de humus	33
VII. CONCLUSIONES.....	36
VIII. RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	38

I. INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo es uno de los factores más importantes para determinar la productividad del suelo en forma sostenida. Especialmente en las regiones tropicales, donde las temperaturas elevadas y, en algunas zonas, la alta humedad aceleran la descomposición, el manejo adecuado de la materia orgánica en los suelos es todavía más importante. Representa una estrategia básica para darle vida al suelo, porque sirve de alimento a todos los organismos que viven en él (Brechelt 2004).

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 (Cajas 2009).

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 (Gomero y Velásquez 1999).

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 (Brechelt 2004).

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 (Leon, 2002).

II. JUSTIFICACIÓN

En el departamento Pando, no se cuenta con investigaciones sobre la producción de humus así como de su utilización en la horticultura ni en la ornamentación de jardines o áreas verdes.

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.

La Lombricultura también 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.

Por tanto, mediante la presente investigación se pretende aportar con una nueva alternativa para la alimentación de la Lombriz Roja Californiana mediante la utilización de aserrín pulverizado y estiércol bovino promoviendo las cualidades y desventajas de su aplicación para obtener humus de buena calidad, determinando así su nivel óptimo de utilización. También se procura dar una nueva forma de aprovechamiento de estos residuos orgánicos que de no ser utilizado constituye un desperdicio y en el caso del aserrín otro elemento que genera contaminación ambiental; siendo un aporte a la conservación del ecosistema y la Agricultura Orgánica.

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

Analizar las perspectivas para la producción de lombricompost en el municipio de Puerto Rico.

Objetivos específicos:

- Describir las características biológicas y comportamiento de la lombriz roja californiana.
- Describir el proceso de producción de lombricompost en las condiciones ambientales del municipio de Puerto Rico.
- Elaborar una propuesta para la producción de lombricompost empleando las materias orgánicas de los que se dispone en el área de estudio.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Métodos

Para la elaboración de la monografía se empleó el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describen a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

Las técnicas empleadas son dos: a) el estudio de caso y b) la investigación documental.

4.2. Estudio de Caso:

Consiste en el estudio de escenarios, fenómenos y comportamientos de hechos reales que denotan problemas aún desconocidos en el plano teórico.

Tipos de Estudio de Casos: Según los objetivos: Existen tres categorías o tipos principales de estudios de caso: explicativos, descriptivos y de metodología combinada. Aunque en la vida real a menudo se superponen estas categorías:

- 1) Explicativos. El propósito de los estudios de caso explicativos, tal como su nombre lo indica, es explicar las relaciones entre los componentes de un programa.
 - a. Implementación del Programa. Este estudio de caso investiga las operaciones, a menudo en varios terrenos, y con frecuencia, de manera normativa.
 - b. Efectos del Programa. Este estudio de caso examina las causas y habitualmente involucra evaluaciones de tipo multi-terreno y multi-método.
- 2) Descriptivos. Estos estudios son más focalizados que los casos explicativos.
 - a. Ilustrativo. Este tipo de estudio de caso es de carácter descriptivo y tiene el propósito de añadir realismo y ejemplos de fondo al resto de la información acerca de un programa, proyecto, o política.

Estos estudios de caso describen primordialmente lo que está sucediendo y por qué, con la finalidad de mostrar el perfil de una situación. Este tipo de estudios son especialmente útiles para ayudar a interpretar otros datos que pueden estar disponibles, tales como encuestas.

- b. Exploratorio. Este es también un estudio de caso descriptivo pero apunta, antes que a ilustrar, a generar hipótesis para investigaciones posteriores.

4.3. Investigación Documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, más no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. Sin embargo, los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas en el tema.

4.4. Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, se emplearon los siguientes materiales:

Bibliografía:

- Bibliografía especializada existente en las bibliotecas de la UAP, CIPA, ONG Herencia, etc.
- Bibliografía digital obtenida mediante internet.

Equipos de Oficina:

- Computadora e impresora

Material de escritorio

- Papel bond
- Tinta para impresora
- USB

4.5. Análisis

Consistió en la síntesis e integración de la información obtenida de diversos instrumentos y medios de observación. Prepondera más un análisis descriptivo coherente que pretende lograr una interpretación minuciosa y detallada del asunto o problema de investigación.

Las conclusiones y recomendaciones se derivaron continuamente durante el proceso.

V. LA LOMBRICULTURA.

5.1. Generalidades de la lombricultura

Según Romero (2004), 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.

Cajas (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, lastrajo de Europa y la 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.

Cajas (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, todo sellos activados por lombrices de tierra que son las encargadas del perfecto reciclaje orgánico.

5.2. Lombriz roja californiana

5.2.1. Características generales.

Bollo, E. (1999), manifiesta que se la conoce como Lombriz Roja Californiana porque es en el estado de California de EEUU 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 de peso de su cuerpo y el 60 % del alimento lo expele en forma de humus.

5.2.2. Clasificación Zoológica.

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

Reino: Animal

Tipo: Anélido

Clase: Oligoqueto

Orden: Opisthoro

Familia: Lombricidae

Género: Eisenia

Especie: *Eisenia foétida*

5.2.3. Características morfológicas.

Fajardo, V. (2002), indica que posee el cuerpo alargado, segmentado y consimetría 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 pre digestión.

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.

5.2.4. 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.

5.2.5. Ciclo de vida y reproducción.

Fajardo, V. (2002), nos revela que son hermafroditas, no se auto-fecundan, 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.

5.2.6. Condiciones ambientales para su desarrollo.

Según Romero (2004), la lombriz roja californiana, requiere las siguientes condiciones ambientales para su desarrollo:

a) Humedad.

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

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 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 O_2 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.

5.2.7. 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 constante 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).

5.2.8. Patologías.

Castellanos y Vallecino (2011), 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.

5.2.9. Enemigos.

La Fundación MCCH(2010), 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 cobertura 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.

5.2.10. Razones de su elección.

Romero (2004), 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.

5.2.11. Importancia Económica.

Gomero y Vasquez (1999), 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 es un negocio que se adapta a las fincas de producción sostenible y diversificada ofreciendo una buena alternativa para el manejo ecológico de los desechos contaminantes como basura orgánica de ciudades, desperdicios de restaurantes y estiércoles de establos.

5.3. Material orgánico para sustratos en lombricultura.

5.3.1. 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.

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.

5.3.2. 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.

5.3.3. Basuras y desechos 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 lombricompost, 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 60.000has/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 lombricompost 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.

5.3.4. 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.

5.3.5. Preparación de sustratos

Patria (1991), indica patrones para realizar una correcta relación carbono/nitrógeno:

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 CO_2 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 ejemplo: 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.

5.3.6. Relaciones C/N de algunos residuos orgánicos.

Según Brachelt (2004). Las relaciones Carbono/Nitrógeno de algunos residuos orgánicos son los siguientes:

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

5.3.7. 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 contra chapados y/o aglomerados. La formación de 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 a un sí, 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 él 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.

5.3.8. Desventajas del uso del aserrín en lombricultura.

Para Moscoso (2001), toda materia orgánica (viruta) deshidratada, ha perdido prácticamente muchos sus nutrientes quedando una composición leñosa rica en lignina, de ahí lo demorado en descomponer. Si se dispone de ella en abundancia hay que aportar al compostaje estiércol bovino orumiante 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 de leucaliptus, estas 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.

5.4. El humus

INDICAP (1990), 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 sobre dosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades y ninguna contra indicación. 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 fitoregulatoras 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.

5.4.1. Aplicación de humus.

La Fundación MCCH (2010), 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 micro elementos 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: Fundación MCCH

5.4.2. Beneficios que aporta.

Castellanos y Vallecinos (2011), 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 negruzco, 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 las 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.

5.4.3. Propiedades del Humus.

Compagnoni y Putzolu, (1995), manifiestan 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.

VI. APORTE TEÓRICO

6.1. Instalaciones apropiadas para una planta de lombricultura

Las camas o lechos son la parte esencial de un módulo de crianza de lombrices, aquí las lombrices nacen, crecen, se reproducen y producen humus.

Techo o tinglado, el tinglado evitará la desecación de las camas, lo que permitirá un mayor ahorro de agua, para evitar de esta manera la concentración de sales en el medio y reducir los costos de uso de agua.

Para sostener el techo usamos troncos de madera dura (algarrobo u otro similar) de 3 m de largo y 12 a 15 cm de diámetro aproximadamente, los cuales se entierran por lo menos a una profundidad no menor de 50 cm, de manera que el techo quede a una altura de 2.5m. Es recomendable aplicar brea sobre la parte del tronco que será enterrada y acuñar con piedras antes de llenar con tierra el hueco donde se coloca el palo.

Dimensionamiento del área de producción: Cada cama de 1.5 m de ancho x 20 m de largo, produce 5 t de humus, en cada recojo. Y si se hace tres recojos al año, entonces tendremos: $5 \times 3 = 15$ t de humus al año. Esto podrá variar dependiendo de los requerimientos, pero sobre esta base se pueden hacer las proyecciones de la producción.

Así por ejemplo, si consideramos una planta para producción de humus de 10 lechos, serán necesarios 1,200 m², distribuidos de la siguiente manera.

- Área neta de camas = 300 m²
- Área de pasadizos = 112 del área neta camas = 150 m²*
- Área de preparación del compost alimento = 1/2 área neta camas = 150 m²
- Área de almacenamiento de insumos = área neta de camas = 300 m²

- Área de almacenamiento de la producción= 112 área neta camas = 150 m²
- Área para almacenamiento de herramientas, instalaciones, agua = 150 m²

Esta área puede variar en función a estas proporciones para cada uno de los componentes de la planta de lombricultura. Por razones de seguridad, esta área debe ser cercada para evitar tránsito de personas o animales, para lo cual se recomienda utilizar cercos vivos.

Entre los materiales necesarios se debe considerar: caña bambú, estacas, tablas, clavos, plástico, etc. El tamaño de los cajones dependerá de la cantidad de sustrato (alimento) y terrenos dedicados a la producción agrícola.



En módulos de 2.5 a 3 metros de largo, de 0.80m a 1m de ancho y de 40 a 50 cm de altura, se está en capacidad de producir 25 qq de humus cada seis meses. Los cajones deben tener una ligera inclinación para poder recolectar el ácido húmico; se recomienda en la parte más baja a 30 cm del suelo y en la más alta a 50 cm del suelo.

6.2. Preparación de alimento

Se debe destinar un área especial para la preparación del compost-alimento. Esta debe ser también techada, al igual que las camas. Una relación adecuada entre el área neta de las camas y el área requerida para preparación de alimentos es de aproximadamente 2 a 1; es decir, reservar para el área de preparación del alimento, la mitad del área neta de las camas. Si estas son de 300 m² entonces hay que considerar para la preparación del compost-alimento un área aproximada de 150 m².

Para la alimentación de las lombrices se puede utilizar: panca de arroz, maíz, soya picada, cáscara de cacao (descompuesto), tierra de sembrado, chanta de guineo, estiércol de ganado vacuno maduro de tres meses y melaza. Para el llenado de los lechos se procede a colocar los residuos orgánicos en el siguiente orden:

- 5 cm de panca de arroz, maíz o soya, más agua y melaza
- 5 cm de cascarón de cacao, más agua y melaza
- 5 cm de tierra de sembrado, más agua y melaza
- 5 cm de chanta de guineo, más agua y melaza
- 10 cm de estiércol, más agua y melaza.



Se vuelve a repetir el mismo orden hasta llenar el cajón o lecho y si el estiércol está un poco fresco (menos de 3 meses) hay que agregar cal o ceniza, alrededor de 2kg por capa.

Almacenes, es el área para almacenamiento del estiércol y rastrojo, que constituyen la materia prima. El espacio correspondiente al estiércol debería estar también bajo techo.

Para estos dos insumos debe reservarse un área igual al área neta de las camas. Es necesario considerar un área destinada al almacenamiento del humus de lombriz, en caso de no usarlo de inmediato. Es raro que coincidan siempre los

momentos de cosecha del humus con los de abonamiento en campo, de manera que hay que pensar que en algún momento debemos almacenar dicho humus. El almacén de humus debe ser un espacio techado.

6.2.1. Fuente de agua

Para la crianza de lombrices, es indispensable contar con un abastecimiento continuo de agua en cantidad suficiente, pudiendo instalarse sistemas de riego por micro aspersión, que se coloca sobre los lechos.

La cantidad de agua requerida dependerá del tamaño del criadero, la fuente de agua debe abastecer a los lechos en producción, además de mantener la humedad del compost alimento. Ambos deben mantenerse a un nivel de humedad entre 75 a 80%. Como referencia, el gasto promedio diario de agua es 10 litros por cada metro cuadrado de cama y 20 litros por cada metro cuadrado de compost-alimento.

6.2.2. Estiércol

El estiércol o guano es la base de la alimentación de las lombrices. Si queremos tener un criadero de lombrices, lo primero que debemos asegurarnos es una fuente garantizada de estiércol a largo plazo. Con la instalación de un centro de producción de ganado de engorde en el fundo, la disponibilidad de estiércol estará garantizada.

El requerimiento de estiércol se estima en función al tamaño de la planta. Por ejemplo para 300 m² de camas, que van a producir 150 t de humus por año se requieren 250 t de compost-alimento y para poder preparar esta cantidad de alimento se requiere 175 t de estiércol y 75 t de paja o rastrojo de cosecha (la relación es de 70% de estiércol y 30% de rastrojo en peso).

Para obtener estas 175 toneladas de estiércol al año se necesitarían 23 cabezas de ganado de aproximadamente 300 kg que estén permanentemente en el fundo.

Una vez lleno el cajón o lecho, cada siete días se debe regar usando 60 litros de agua, que se une al agua que va saliendo durante la semana.

Otra recomendación es el manejo de la temperatura; la misma queda durante las tres primeras semanas aumenta y luego comienza a bajar.

Si se registra una temperatura elevada (40 - 50 °C), el riego se lo debe hacer dos veces por semana, hasta conseguir que la temperatura descienda al óptimo, que es de 18 -22 °C. Siguiendo estas recomendaciones el sustrato estará listo para ser utilizado entre 45 a 50 días.

Después de haber recogido el lombrí-abono, se procede a una nueva siembra de lombrices; la cual se realiza distribuyendo de 2 a 3 Kg. del sustrato con lombrices a lo largo de las eras o camas y, amigo/a agricultor, comienza una nueva preparación de abono que podrá ser utilizado en los cultivos de la finca.



6.3. Colonias de propagación de lombrices

Se ha convenido en llamar: "un módulo o núcleo de propagación" a una cantidad de 100,000 lombrices, que son las necesarias para cubrir un área de 30 m, esto es una cama o lecho de 20 metros de largo por 1.5 metros de ancho; donde se coloca una población de 3,333 lombrices por cada metro cuadrado.

Las lombrices en el sustrato comienzan a alimentarse, multiplicarse ya producir humus; no hay que descuidar el riego, pero sin encharcar; y revisar permanentemente que no falte la humedad en el sustrato.

Para evitar que el alimento se compacte, se debe remover cada mes, en los 15 a 20 cm de la parte superior, colocando panca de arroz picada encima del sustrato, lo que le da soltura permitiendo la circulación del aire y evitando así que se encharque.

Manodeobra

En términos generales se estima que se puede conducir un módulo de crianza de hasta 20 lechos (600 m² de área neta de camas), con un solo operador estable, recurriendo al apoyo eventual de algunos obreros más, en momentos especiales, como la preparación de alimento, carga de las camas y cosecha de humus.

6.4. Cosecha de humus

Antes de cosechar el humus de lombriz debemos colocar «trampas», con la finalidad de sacar la mayor cantidad de lombrices de los lechos. Las «trampas» son montones de alimento fresco que se coloca por el centro de los lechos a manera de un lomo, que es donde se van a colocar las lombrices, que después recogeremos y colocaremos en otros lechos. Este proceso puede repetirse hasta 3 veces en una semana.

Una vez que ya no quedan lombrices en las camas, lo que queda es el producto de sus deyecciones, vale decir su estiércol conocido como "humus de lombriz". Todo este material queda listo para utilizarlo como fertilizante orgánico en terrenos de cultivo. Es un producto de color café-gris, granulado e inodoro.

Lo que generalmente se hace luego, es cernir el humus de manera que quede un producto fino, que se ensaca para su posterior utilización. Se recomienda pasar por una zaranda gruesa para desterronar a fin de presentar un producto de mejor aspecto.

Lo ideal es cosechar a los 8 - 9 meses, posteriormente, cada seis meses. Esto se debe al aumento de la población de lombrices, lo que significa que van a producir humus en menor tiempo. Además de producir este valioso fertilizante orgánico, cuya equivalencia es superior al bocashi y compost, las lombrices también producen ácido húmico, que es un líquido cargado de micro - macro elementos y fitohormonas.

El humus generalmente se debe cosechar de la siguiente manera:

1. Se debe tener preparado y listo otro cajón, con un sustrato igual al anterior.
2. Dejar de regar unos 15 días.
3. Colocar trampas (cáscara de sandía, tallo de banano), las que atraen a las lombrices y para poder sacarlas sin causarles daño.
4. Ir sacando las lombrices de las trampas y colocarlas en el nuevo lecho, ya preparado y listo.
5. Para almacenar el humus se debe tamizar (cernir) y almacenarlo en sacos.
6. El humus presenta una coloración oscura, es muy suave y no hay que exponerlo al sol.



Dosis recomendadas

En el Cuadro 2 se indican las dosis de humus y ácido húmico para cultivos de cacao, maíz, hortalizas y arroz:

Cuadro N° 2. Dosis recomendadas de humus de lombriz

CULTIVO	DOSIS	FRECUENCIA DE APLICACIÓN
Cacao en vivero	50 g/planta	cada mes
Cacao en producción	2 kg	inicio y final de lluvias
Arroz	12 qq/ha	15 - 30 - 45 días
Maíz	12 qq/ha	15 - 30 - 45 días
Hortalizas	200 g/planta	cada 15 días

Fuente: Fundación MCCH 2010.

VII. CONCLUSIONES

La recopilación, sistematización y análisis de la bibliografía especializada y los resultados de investigación de campo, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- En el municipio de Puerto Rico y en general en el departamento Pando, es desconocido la lombricultura, sin embargo las condiciones ambientales y la disponibilidad de materia orgánica susceptible de ser convertida en humus mediante la lombriz californiana, para su posterior utilización como fertilizante orgánico de bajo costo y sin provocar daños al medio ambiente.
- Para empezar la crianza de lombrices solo se requiere contar con: estiércol, rastrojo y agua, Luego construir los lechos con el material que existe en la región.
- Preparar los alimentos con estiércol y restos de las cosechas. En una a dos semanas se tendrá el alimento luego se debe echar al lecho una capa de 10 a 20 cm y después de un mes una segunda capa sobre la anterior.
- Sembrar las lombrices (una colonia que son 100.000 lombrices), para cada 3 m² de capacidad del lecho; y regar con baldes y mangueras cada 2 a 5 días dependiendo del clima de la región.
- Con la crianza adecuada las lombrices crecerán y aumentarán en tres meses produciendo el humus de lombriz. Para la cosecha del humus se debe colocar una trampa, con el alimento fresco en medio del lecho (30 x 50 cm de alto) 1 – 4 veces cada 2 a 3 días hasta que suban todas las lombrices, luego se sacan las lombrices y se pasan a otro lecho.
- Finalmente se cosecha el humus zarandeándolo para eliminar las impurezas, obteniendo así el humus para abonar cualquier cultivo, de interés para el productor.

VIII. RECOMENDACIONES

A partir del análisis de la bibliografía sobre la cría de lombrices para la obtención de humus, es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- En función de resultados obtenidos en investigaciones se recomienda 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 insectos parásitos, los sustratos logran una buena relación Carbono/Nitrógeno, la carga microbiana facilita la degradación del aserrín y se obtienen buenas producciones.
- Realizar nuevas investigaciones a nivel experimental en las cuales se prueben diversos métodos de pre tratamiento del aserrín para que este sea degradado con mayor facilidad por las lombrices.
- 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.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Bollo, E., 1999. Lombricultura una Alternativa de Reciclaje. 1a ed. México, D.F. México. p. 149.

Brachelt, A. 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). República Dominicana.

Cajas, S.F. 2009. Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eiseniafoétida* (lombriz roja californiana). Tesis de Grado para la obtención del título de Ingeniero Zootecnista. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Cando, M. 1996. La crianza de lombriz roja. Quito, Ecuador. pp. 56-62.

Castellanos F N y Vallecinos M G. 2011. Diseño de Módulo de Lombricultura. Trabajo de Grado para optar al título de Técnico Superior Agrícola. Universidad de Los Andes.

Compagnoni, L. y G. Putzolu, 1995. Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable Humus. Barcelona, España. Edit. Vecchi. p.43.

Deffis, A. 1992. La Basura es la Solución. México. Edit. Concepto. p. 278.

Fajardo, V. 2002. Manual Agropecuario. 1a ed. Bogotá, Colombia. EditLimerín. pp. 481-502.

FUNDACION MUCH. 2010. Fertilización orgánica. Quito Ecuador.

Gomero, L y Velásquez H. 1999. Manejo Ecológico de Suelos. Conceptos, Experiencias y Técnicas. Lima, Pderú.

INDICAP. (1990). Curso sobre producción y agro industrialización de la lombriz de tierra. Santiago de Chile. Edit. Indicap.

- León, 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.
- Moscoso, M. 2001. Evaluación de la Melaza Streptomisesp y Diferentes Densidades de Siembra de Lombriz Roja Californiana en la Obtención de Humus. Tesis de Maestría en Ciencias. p.51.
- Patria, Z. 1991. Cultivemos la Lombriz y Humus. Coleccionables. Manizales, Colombia. pp. 17-18.
- Romero, F. (2004) Estudio Productivo de la Lombriz Roja Alimentada con Residuos de Cocina. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 52-56.
- 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.
- Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativas Tecnológicas del Futuro. p. 88