MANUAL DE LOMBRICULTURA

Ing. Francisco sales

CONTENIDO

I. INTRODUCCION.

II. LA LOMBRICULTURA

2.1. Qué es la lombricultura?
2.2. Importancia de la lombricultura
2.3. Nace la lombricultura en Ucayali
2.4. Especie utilizada y característica de la lombriz
2.5. Parámetros reproductivos y productivos de la lombriz en Pucallpa
2.6. ¿Qué es el humus?
2.7. Características e importancia de su uso

III. INSTALACIONES Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCION DE HUMUS

3.1. Requisitos para la instalación del criadero
3.2. Construcción de lechos y tinglados o galpones
3.3. Equipos necesarios
3.4. Herramientas necesarias

IV. INSUMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS

4.1. Insumos alimenticios
4.2. Disponibilidad de insumos en la región Ucayali
4.3. Acopio de insumos
4.4. Elaboración del sustrato alimenticio
4.5. Manejo de los principales insumos alimenticios utilizados en la alimentación de las lombrices

V. PROCESO DE PRODUCCION DEL HUMUS

5.1. Adquisición de lombrices
5.2. Prueba de calidad del alimento para las lombrices
5.3. Llenado inicial de alimento en los lechos
5.4. Inoculación de las lombrices
5.5. Alimentación de las lombrices
5.6. Conteo de las lombrices
5.7. Cuidado y mantenimiento de las lombrices
5.8. Cosecha de las lombrices
5.9. Cosecha del humus
5.10. Almacenamiento y conservación del humus

VI. UTILIZACION DEL HUMUS COMO FERTILIZANTE

6.1. Calidad del humus como fertilizante orgánico
6.2. Formas de aplicación
6.3. Recomendaciones y dosis de aplicación del humus en hortalizas
6.4. Recomendaciones y dosis de aplicación del humus en plantas ornamentales
6.5. Recomendaciones y dosis de aplicación del humus en plantas perennes

VII. COSTOS DE PRODUCCION DE UN MODULO DE LOMBRICULTURA

VIII. PRODUCCION DE HARINA DE LOMBRIZ COMO FUENTE PROTEICA

8.1. ¿Qué es la harina de lombriz?
8.2. ¿Cómo se prepara la harina?
8.3. Diagrama de flujo de la preparación de la harina

IX. BIBLIOGRAFÍA

X. ANEXO

I. INTRODUCCION

La mayor área disponible para expandir la frontera agrícola en el Perú son los suelos potencialmente arables de la Amazonía, estas tierras no tienen mayores limitaciones de temperatura y humedad y muchas tienen una topografía apta para la producción de cultivos durante todo el año. En estas áreas la principal limitación agronómica es la baja fertilidad natural de los suelos bien drenados predominantes en la región, los cuales son clasificados como Ultisoles u Oxisoles. Las limitaciones del suelo son considerados tan severas por algunos investigadores que a menudo se cree que la producción continua de cultivos alimenticios no es posible en estos suelos ácidos bien drenados (P.A.Sanchez 1983).

Con la finalidad de contrarrestar esta limitaciones, se han desarrollar numerosos trabajos de investigación, llegándose a la conclusión de que la falta de una fertilización adecuada y de otras prácticas agronómicas que deben aplicarse en los cultivos continuos son probablemente la causa del deterioro de las propiedades físicas del suelo, lo cual producen rendimientos extremadamente bajos, incluso llegándose a la degradación de los suelos. Los cultivos continuos, fertilizados adecuadamente y conducidos con prácticas agronómicas apropiadas , producen resultados opuestos a los mencionados anteriormente, mejorando las propiedades químicas del suelo y manteniendo las propiedades físicas del mismo.

El uso de fertilizantes no es una práctica muy común por parte de los productores de la región, la causa principal es la falta de recursos económicos o por desconocimiento de insumos alternativos que están a su alcance física y económicamente. Una alternativa viable desde el punto de vista técnico, económico y ecológico, es el uso de fertilizantes orgánicos como el compos o el humus de lombriz. En la Amazonía existen importantes cantidades de insumos necesarios para la producción de estos abonos orgánicos, los cuales provienen de la agricultura, ganadería, avicultura, agroindustria, industria y residuos de cocina.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP, en los últimos 10 años ha desarrollado la tecnológica de la lombricultura como una alternativa importante para la producción de abono orgánico, adelantándose a las

necesidades actuales del mercado como son los productos orgánicos; la lombricultura además tiene un enfoque ecológico por el reciclaje de los diversos materiales orgánicos, tiene además un enfoque biotecnológico, por los fenómenos microbiológicos y bioquímicos que ocurren en el proceso de la preparación del alimento para las lombrices a partir de materiales orgánicos y por la digestión que realizan éstos de dichos substratos, excretando el preciado humus.

El IIAP a través del presente manual pretende aportar información práctica y de fácil comprensión por los lectores las técnicas de crianza de lombrices para la producción de humus, lo que permitirá al productor disponer de un fertilizantes orgánico, insumo que como todos sabemos, constituye un elemento indispensable para lograr niveles de producción y productividad sostenible en los sistemas de producción amazónicos.

II. LA LOMBRICULTURA

2.1. ¿Qué es la lombricultura?

La lombricultura, es la tecnología de crianza de lombrices que, en base a desechos orgánicos biodegradables, permite reciclar la materia orgánica y obtener el Humus.

2.2. Importancia de la lombricultura

Su importancia radica principalmente en dos aspectos: Desde el punto de vista ecológico permite reciclar los desechos orgánicos procedentes de las diferentes actividades que desarrolla el hombre como: Agricultura, ganadería, agroindustria y la basura de las ciudades; y desde el punto de vista económico como una actividad empresarial de baja inversión, mínimo riesgo, fácil administración y alta rentabilidad

2.3 Nace la lombricultura en Ucayali

El Centro Regional de Investigaciones - Ucayali, del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, en el año de 1 998; inició la investigación de una nueva tecnología biológica para el reciclaje de desechos orgánicos, a través del desarrollo de la lombricultura. Este sistema se basa en la crianza de lombrices terrestres, de la especie *Eisenia foetida*, adaptadas a vivir en cautiverio, las cuales son capaces de reciclar una amplia gama de materiales orgánicos biodegradables.

Un promedio de 20,000 lombrices fueron importadas de Chile acompañado en un inicio de un técnico de la Empresa SABAC - Chile a fin de orientar el manejo de todo el proceso técnico. Para el IIAP esto fue un reto porque era una nueva experiencia en trópico húmedo debido a la susceptibilidad de las lombrices a la radiación solar y al exceso de humedad, para lo cual se tuvo que preparar tinglados y lechos, y utilizar insumos para la alimentación, como el estiércol de vacuno más aserrín.

Como consecuencia de lo anterior y después de algunos años de intenso trabajo de investigación podemos ofrecer los resultados de esta tecnología, para aquellos

inversionistas y productores en general que buscan nuevas opciones de producción sostenible.

2.4 Especie utilizada y característica de la lombriz

Para que tenga éxito la lombricultura es necesario tener en cuenta que la lombriz sea de la especie *Eisenia foetida*. En el mundo existen alrededor de 8 mil especies de lombrices, las que no se pueden criar en cautiverio porque se escapan de los lechos, éstas tienden a desplazarse en el terreno hasta los 6 m de profundidad.

Las principales características de la especie *Eisenia foetida* son las siguientes

- Es extremadamente prolífica
- Vive y se reproduce en cautiverio, así mismo puede vivir en grandes densidades
- Es muy voraz, acepta todo tipo de desechos orgánicos del campo y de la ciudad
- Es una verdadera máquina de fabricación de humus
- mide entre 6 a 8 cm de longitud
- Respira a través de la piel, por esta razón es muy importante que los lechos mantengan adecuada humedad
- En el primer tercio de su cuerpo posee una protuberancia tipo anillo, llamado clítelo, que sólo se aprecia en los individuos adultos
- Cada día come el equivalente al peso de su cuerpo
- El 60 % del alimento que ingiere lo excreta en forma de humus

2.5 Parámetros reproductivos y productivos de la lombriz en Pucallpa

Bajo las condiciones de crianza desarrolladas en el Centro Regional de Investigaciones del IIAP en Ucayali se has determinado las siguientes características reproductivas y productivas:

- La maduración sexual de los individuos se da a los 30 días

- La frecuencia de postura de cápsulas se efectúa cada 4 días
- El periodo de incubación dura 18 días
- El número de nacimientos por cápsulas es de 3 a 4 lombrices
- El incremento de peso alcanza a 1 gramo a los 30 días de crecimiento
- El tipo de habitáculo debe ser protegido de las fuertes lluvias
- El proceso de humidificación dura de 3 a 4 meses

2.6 ¿Qué es el Humus?

El humus es el producto final de la lombricultura y viene a ser el estiércol de las lombrices. El humus es una materia orgánica granulosa inodora de color café oscuro; posee un pH neutro, lo que permite aplicar altas dosis sin correr el riesgo de quemar los cultivos. Posee alta concertación de micro y macro elementos de disponibilidad inmediata para los cultivos. La baja relación carbono nitrógeno de 13 a 9 : 1, evita los fenómenos de competencia por nutrientes entre los micro organismos del suelo y los cultivos; su actividad fitohormonal tiene efectos sobre semillas en germinación y plántulas en crecimiento para favorecer el desarrollo radicular.

2.7 Características e importancia de su uso

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión de la lombriz. Es un producto desmenuzable, ligero e inodoro, muy estable e imputrecible, es muy rico en enzimas y microorganismos no patógenos, constituye un alimento directamente asimilable por la planta, y con una duración efectiva en los terrenos de cultivos de aproximadamente 3 años. Constituye además un producto vivo que a determinada humedad continúa en la tierra gracias a la acción de las bacterias; descomponiendo los demás productos nutritivos y aireando el suelo; contiene elementos químicos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, fierro, cobre, zinc, manganeso, boro y otros elementos. Su uso es múltiple como: En almácigos, viveros, jardinería, floricultura, olericultura, fruticultura, agroforestería, silvopastura, forestales, reforestación, pasturas, etc.

El humus es el proceso final de la descomposición de la materia orgánica, esto es básicamente la mineralización y resíntesis de las sustancias orgánicas en complejos coloidales amorfos. Las lombrices mineralizan enzimáticamente la materia orgánica en el primer tercio de su aparato digestivo y luego la humifican en la parte posterior del intestino por acción de los microorganismos presentes en esta sección intestinal.

El humus contiene nitrógeno mineralizado y además posee gran cantidad de bacterias fijadoras de nitrógenos (azobacter) aumentando aún más la concentración de este mineral necesario para los procesos de síntesis proteico. La cantidad de nitrógeno que contiene depende de la alimentación que se suministre.

El humus posee una relación carbono/nitrógeno ideal para que las plantas puedan absorver este nitrógeno; en contraposición a esto en casi todos los desechos orgánicos la relación es elevada (más de 20) esta relación no permite la utilización de nitrógeno presente en un sustrato, las lombrices al consumir materia orgánica con relaciones elevadas C/N utiliza como combustible grandes cantidades de elementos carbonados haciendo bajar el contenido de este a niveles cercanos a 11; relación ideal para la absorción del nitrógeno mineralizado.

El caso específico del nitrógeno es sólo un ejemplo ya que en el material consumido y degradado por las lombrices producen grandes diferencias entre las cantidades que posee el sustrato de alimentación y el deyectado por ellas.

El humus posee una alta carga de microorganismos, 20,000 millones por gramo en base seca, esto le confiere características de fertilizantes biológicos, la relación entre microorganismos y raíces hace aumentar la disponibilidad de nutrientes asimilables: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro, zinc, boro; además produce ácido giberélico y ácido indol-acético sustancias reguladoras y promotoras de crecimiento vegetal. CRI-IIAP-Ucayali.

La acción de imán, que posee el humus (grupos químicos de carácter ácido, OH y COOH) atrae hacia sus partículas nutrientes y agua, esto posibilita que absorban

en la superficie moléculas, agua y elementos nutritivos, el mejor desarrollo de las raíces y una mejor oxigenación, activando los microorganismos del suelo. La absorción de agua por el efecto del humus es notable; un kilo de humus es capaz de absorber 1.3 litros de agua. Esta cualidad permite usarlo en terrenos donde el vital elemento es escaso.

III. INSTALACIONES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LA LOMBRICULTURA.

3.1 Requisitos para la instalación del criadero

Para instalar el criadero se debe tener en consideración varios factores, siendo los mas importantes

- **Ubicación**

EL criadero debe estar ubicado en un lugar estratégico que permita una mayor eficiencia de la mano de obra, además debe contar con área suficiente que permita en algún momento la ampliación de tinglados y lechos, además debe haber área suficiente que permita el almacenamiento y manejo de los insumos y la construcción de un almacén para el humus, herramientas y equipos. Las consideraciones mas importantes a considerar son los siguientes:

- ✓ Debe de ser de fácil acceso
- ✓ Suelo bien drenado para evitar el encharcamiento por efecto de la lluvia, riego de los insumos. Evitar suelos proclives a inundaciones.
- ✓ Debe estar cerca de un río, cocha o pozo que permita disponer de agua para regar los insumos
- ✓ Cerca de un establo o crianza de cualquier tipo de especie animal, que permita el uso del estiércol como alimento de las lombrices con el mínimo esfuerzo y costo.
- ✓ No es conveniente utilizarlos en zonas arborizadas porque las raíces se introducen en los lechos

- **Distribución del área**

El criadero debe contar con tres áreas completamente diferenciadas:

a. El área de los lechos. Esta área es el habitáculo de las lombrices. La mitad del terreno destinado para la lombricultura debe ser utilizado en la construcción lechos y su respectivo tinglado, el cuál se construirá en la parte mas alta del terreno.

b. La compostación o canchas de maceración. Este es el área destinada a la preparación del substrato alimenticio. Esta área debe ocupar la otra mitad del terreno y debe ubicarse en la parte mas baja.

c. Almacén para el humus y herramientas. En la medida de las posibilidades se debe contar con un área cercana para la construcción de un almacén tanto del humus como de los equipos y herramientas.

- **condiciones climáticas:**

Las condiciones de trópico húmedo, son las más óptimas para la crianza de lombrices, ya que acorta el período de tiempo en la obtención de humus, debido a que las altas temperaturas reinantes aceleran la compostación del alimento.

La temperatura ambiental confort de las lombrices para un adecuado desarrollo y reproducción, está entre los 19 y 25℃, esto se lo gra, esto se logra con la construcción del tinglado a base de materiales de la región.

3.2 Construcciones de lechos y tinglado o galpón

Para la construcción en lo posible utilizar cualquier tipo de material local que tenga dos características fundamentales: resistentes a la pudrición y de bajo costo. En la región se puede utilizar ,caña brava, pona, cantoneras, banbú, etc.

El tamaño de los lechos esta de acuerdo a la cantidad de humus que se desea producir y a la tecnología que se va a emplear;

Pasos a seguir en la construcción de lechos

- La orientación, trazado y construcción de lechos y tinglado o galpón obedece al declive del terreno, esto nos permitirá diseñar y dirigir los canales de drenaje que protegerán a los lechos del encharcamiento en épocas de lluvia.

- Después de realizado la orientación y trazado del lecho, a lo largo se colocan estacas de 50 cm de longitud, que servirán para unir el material que constituirá el bastidor del lecho. Estas estacas se colocan a distancias equidistantes de tal manera que se constituyan en unidades de referencia , que faciliten los trabajos de cálculo de lombrices, alimentos o humus, etc.

Para un módulo que puede ser manejado fácilmente por una familia, con una dimensión de 5 m^2 , las medidas y requerimientos son las siguientes:

Dimensiones del lecho

- Longitud : 5.00 m
- Ancho : 1.00 m
- Altura : 0.40 cm

Materiales para la construcción del lecho

- 2 tablas de 1" x 16" x 5 m - madera dura
- 2 tablas de 1" x 16" x 1 m - madera dura
- ½ kg de clavos de 3 pulgadas

Dimensiones del tinglado

- Longitud : 5.0 m
- Ancho : 3.0 m
- Altura : 2.5 m

Materiales para el techado

- 2 postes de madera quinilla de 3.10 m de longitud
- 6 postes de madera quinilla de 1.50 m de longitud
- 1 viga central de 5 m
- 2 vigas laterales de 5 m
- 6 costillas laterales de 2.20 m - caídas
- 100 hojas de shebón, yarina o shapaja para el techo

- 2 cumbas – Parte alta del techo
- Soga del monte de acuerdo al requerimiento, puede ser de Tamishi o atadijo ó 1 kg de alambre de construcción.

3. 3. Equipo necesario

- Termómetro.
- Higrómetro.
- Peachimetro ó papel de tornasol.

3.4. Herramientas necesarias

- Carretilla Boogie
- Rastrillo.
- Pala cuchara
- Trinches
- Zarandas de 5 mm
- Mangueras.
- Cubeta para estimar poblaciones de lombrices.
- Machete.

IV. INSUMOS PARA LA PRODUCCION DE HUMUS

4.1 Insumos alimenticios

Es todo tipo de desecho orgánico susceptibles de descomposición que interviene en la preparación del alimento de las lombrices, pueden ser provenientes de la actividad pecuaria, agrícola, agroindustrial y la basura orgánica desde la doméstica hasta las industriales, etc.

Los insumos pueden ser :

Estiércol de :

- Vacunos
- Porcinos
- Equino
- Ovinos
- Caprinos
- Conejos
- Cuy
- Aves
- Animales silvestres en cautiverio. Ejemplo ronsocos, etc

Residuos agrícolas

- Paja
- Malezas
- Pasturas
- Rastrojo de cultivos
- Desechos de frutas
- Desechos de verduras

Basura biodegradable e industrial

- Basura orgánica de la ciudad
- Desechos de mercados y ferias.
- Desechos de las industrias alimenticias.
- Desechos de destilerías de alcohol.
- Desechos de industria de papel.
- Desechos de industria textil.
- Desechos de industrias de aserraderos.
- Desechos de industria de cervecerías

La calidad del alimento es importante en la calidad del humus. La calidad esta relacionado directamente con el manejo, el origen o procedencia del mismo; así por ejemplo, el estiércol debe ser fresco, debido a que si esta guardado resulta poco nutritiva para las lombrices y el contenido de materia orgánica será escaso en el humus. En caso de que el estiércol tenga 6 meses o más de guardado, se recomienda mezclar con 50% de estiércol fresco, para mejorar lacalidad.

El agua es indispensable en un criadero de lombrices porque interviene en la compostación o semi descomposición del alimento, sin agua no habría reacciones químicas fermentativas para estabilizar el sustrato en temperatura ambiente de 25 - 27 ℃.

4.2 Disponibilidad de insumos en la Región Ucayali

En la Amazonía se producen grandes cantidades de insumos para la lombricultura, perdiéndose muchos de estos por el desconocimiento de su uso. Por ejemplo los desechos de la actividad agrícola y pecuaria generan aproximadamente 1´000,000 de toneladas por año como se puede ver en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción de insumos en diferentes cultivos y crianzas

Procedencia	Insumo	Cantidad
1 ha de maíz	Maleza, Planta, coronta	10 TM / cosecha
1 ha de Zanahoria, repollo, Chiclayo	Desechos	15 TM / año.
Establo de 40 vacas	Estiércol	300 Tm / año
12 vaca lechera	Estiércol	.5 TM / año

4.3 Acopio de insumos

Es el traslado de los desechos biodegradables hacia el criadero, los cuales intervienen en la preparación del alimento de las lombrices. El criador de lombrices debe tener una reserva disponible de alimento en forma sostenible, lo cual hará mas eficiente el proceso productivo.

4.4 Elaboración del sustrato alimenticio

La preparación de los alimento debe ser escalonado de tal manera que siempre exista una oferta permanente y suficiente para el momento requerido.

Las etapas de elaboración de los alimentos son los siguientes:

a) Preparación de las canchas de fermentación. El largo y ancho de las canchas está en función de la disponibilidad de insumos; sin embargo, para tener facilidad en el manipuleo de éstos se recomienda dimensiones de 2.00 m de ancho por 3 m de largo, estas dimensiones, son para una almacenar 1 TM de alimento. Los montículos deben ubicarse en filas.

b) Preparación de los insumos. Las malezas, los rastrojos de cultivos, la coronta de maíz, la pajilla del arroz y todos los insumos que procedan de fibras vegetales, deben ser picados o triturados para acelerar el proceso de compostación.

c) Formulación de mezclas. Para obtener humus de excelente calidad, se recomienda mezclar insumos de origen animal y vegetal:

- Con estiércol ricos en proteínas; como por ejemplo, gallináceas, estiércol de cerdos, estiércol de vacas lecheras, conejos, etc. la proporción en peso seco debe ser de 50% estiércol y 50% de desechos vegetales, es decir en la proporción de 1 por 1.

- Con estiércol pobre en proteínas, como vacunos al pastoreo, equinos, etc., la proporción es de 70% de guano y 30% en desechos vegetales. Es decir, aproximadamente en una relación 2 por 1.

e) Preparación de las mezclas.

- Si utilizamos malezas, rastrojos de cultivos, pasto seco, todos estos picados o triturados, la mezcla con el estiércol es total, o sea tipo arena cemento

- Si utilizamos malezas, rastrojos, pasto seco, kudzú, sin picar o triturar; la mezcla es tipo sandwich como se muestra en el gráfico 1. La mezcla se inicia con una capa de origen vegetal sin picar y se va combinando con estiércol hasta lograr una altura de 50 cm, es preferible terminar con una capa de origen vegetal.

f) Riego. La mezcla preparada se riega uniformemente y con abundante agua hasta lograr el 75% de humedad.

g) Fermentación. Este es un proceso que consiste en la degradación de la materia orgánica por acción de la temperatura, aireación y de microorganismos mesophylicos. En condiciones de trópico húmedo, el período de fermentación varía de 20 a 30 días.

Durante este proceso se debe mantener condiciones adecuadas de temperaturas, oxigenación, humedad, etc. para así poder conseguir el desarrollo de los microorganismos que degradan la materia orgánica.

h. Control de la temperatura. Las temperaturas iniciales del sustrato se elevan hasta 55 ℃ – 65 ℃; esto sucede aproximadamente 3 días después del primer riego, en este momento es preciso airear para bajar la temperatura y saturar de humedad al sustrato entre 70-75 %.

Para determinar el grado de temperatura se utiliza termómetro de suelos con graduación de 0 – 100 ℃. En caso de que no se dis ponga de termómetro se utilizará métodos empíricos, como la observación de la primera capa del sustrato; si presenta pequeñas manchas blancas circulares (ceniza), al tercer día significa que la temperatura está alrededor de 60℃. lo mismo si humea. En estos casos inmediatamente hay que proceder a regar y airear.

i. Control de humedad. Para controlar la humedad se puede usar el higrómetro o empíricamente comprimir el alimento, el desprendimiento de dos gotas señalará que estamos con la humedad adecuada.

i. Manejo de las mezclas alimenticias. A partir del inicio del riego ó mezcla de los insumos debemos airear cada 3 días y regar de igual manera en épocas de escasez de lluvia que con el transcurso del tiempo la temperatura irá bajando hasta alcanzar una temperatura estable como la del medio ambiente, esto indica que ha concluido el proceso de fermentación, mientras tanto es necesario repetir el riego cada vez que la temperatura suba sobre los niveles de la temperatura del medio ambiente.

j. Características de un buen sustrato alimenticio. El alimento listo para ser llevado a los lechos debe presentar cuatro características bien importantes: temperatura ambiente entre 25 y 27 ℃ , olor inodor o, color marrón oscuro, pH neutro o casi neutro no inferior a 6.0 ni superior a 8.5 y su contenido de humedad de 75 %. Todo esto se logra entre 18 a 35 días dependiendo del insumo empleado

4.5 Manejo de los principales insumos regionales utilizados en la alimentación de las lombrices.

El manejo de los insumos en la alimentación de las lombrices es uno de los aspectos mas importantes en lombricultura, por lo tanto se ha dedicado mucho tiempo a su estudio, ya que de ello va ha depender la eficiencia de producción de las lombrices y la calidad del humus.

La utilización de los insumos en la alimentación se puede hacer ya sea en forma pura en mezcla con otros insumos como se muestra en los cuadros…….; las mezcla deben hacerce teniendo como insumo principal al estiércol que es la base para la fermentación.

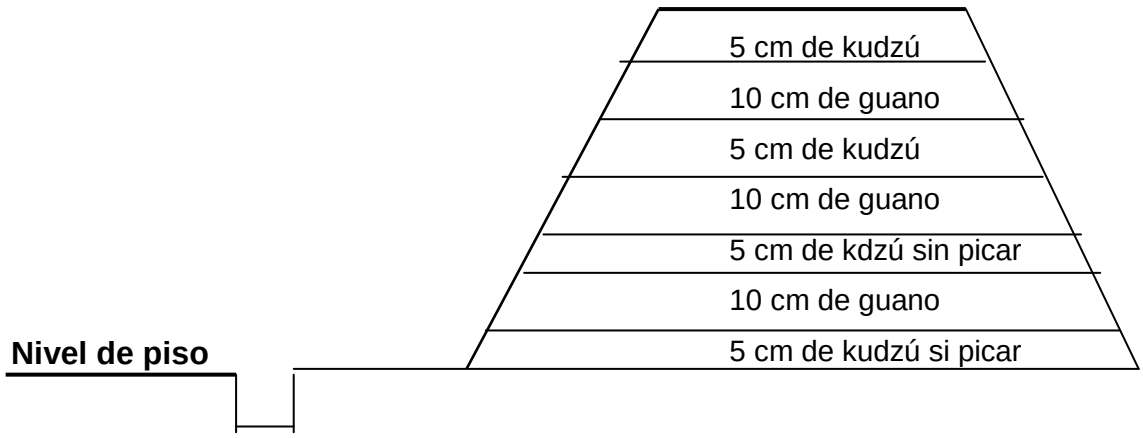


Fig. 1. Mezcla tipo sándwich en la preparación del sustrato alimenticio

Cuadro 2. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del estiércol de Vacuno en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Estiércol puro (EP)	06	07	18
Estiércol + aserrín	08	09	24
Estiércol + orujo de cervecería	08	09	25
Estiércol + cáscara de yuca	09	10	27
Estiércol + maleza picada	08	09	24
Estiércol + rastrojo de arroz picado	09	10	27
Estiércol + rastrojo de maíz picado	10	11	30
Estiércol + Pasto gramalote picado	09	10	27
Estiércol + hojarasca	08	09	26
Estiércol + pasto picado	08	09	24
Estiércol + Kudzú picado	09	10	27

Cuadro 3. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del estiércol de Ovino en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Estiércol puro	08	09	25
Estiércol + aserrí	09	10	27
Estiércol + orujo de cervecería	09	10	27
Estiércol + cáscara de yuca	10	11	30
Estiércol + maleza picada	09	10	27
Estiércol + rastrojo de arroz picado	09	10	27
Estiércol + rastrojo de maíz picado	10	11	30
Estiércol + Pasto gramalote picado	11	11	30
Estiércol + hojarasca	09	10	27
Estiércol + pasto picado	O8	09	27
Estiércol + Kudzú picado	09	10	27

Cuadro 4. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del estiércol de Porcino en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Estiércol puro	09	10	27
Estiércol + aserrín	09	10	27
Estiércol + orujo de cervecería	09	10	27
Estiércol + cáscara de yuca	10	11	30
Estiércol + maleza picada	08	09	25
Estiércol + rastrojo de arroz picado	09	10	27
Estiércol + rastrojo de maíz picado	10	11	30
Estiércol + Pasto gramalote picado	09	11	27
Estiércol + hojarasca	08	09	26
Estiércol + pasto picado	08	09	25
Estiércol + Kudzú picado	09	10	27

Cuadro 5. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del estiércol de Equino puro y en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Estiércol puro	07	08	20
Estiércol + aserrín	08	09	25
Estiércol + orujo de cervecería	08	09	25
Estiércol + cáscara de yuca	09	10	27
Estiércol + maleza picada	08	09	25
Estiércol + rastrojo de arroz picado	09	10	27
Estiércol + rastrojo de maíz picado	19	10	37
Estiércol + Pasto gramalote picado	09	10	27
Estiércol + hojarasca	08	09	26
Estiércol + pasto picado	08	09	25
Estiércol + Kudzú picado	08	09	26

Cuadro 6. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del guano de aves puro y en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Guano de pollos parrilleros, cama de kudzú	09	10	27
Guano de pollos parrilleros, cama de aserrín	09	10	27
Guano de pollos parrilleros, cama de viruta.	16	17	48
Guano de aves de postura, cama de kudzú	09	10	27
Guano de aves de postura, cama de serrín	09	10	27
Guano de aves postura, cama de viruta.	15	16	45

Cuadro 7. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del estiércol de Cuy puro y en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Estiércol puro	08	09	25
Estiércol + aserrín	09	10	27
Estiércol + orujo de cervecería	09	10	27
Estiércol + cáscara de yuca	10	11	30
Estiércol + maleza picada	09	10	27
Estiércol + rastrojo de arroz picado	09	10	27
Estiércol + rastrojo de maíz picado	10	11	30
Estiércol + Pasto gramalote picado	10	11	30
Estiércol + hojarasca	09	10	27
Estiércol + pasto picado	08	09	25
Estiércol + Kudzú picado	08	09	24

Cuadro 8. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación del estiércol de Conejo puro y en mezcla con diferentes insumos

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Estiércol puro	08	09	25
Estiércol + aserrín	08	09	25
Estiércol + orujo de cervecería	08	09	25
Estiércol + cáscara de yuca	09	10	27
Estiércol + maleza picada	08	09	24
Estiércol + rastrojo de arroz picado	09	10	27
Estiércol + rastrojo de maíz picado	09	10	27
Estiércol + Pasto gramalote picado	09	10	27
Estiércol + hojarasca	08	09	25
Estiércol + pasto picado	08	09	24
Estiércol + Kudzú picado	08	09	25

Cuadro 9. Número de veces de aireación, Número de riegos y días de fermentación de la basura Urbana seleccionada

Insumos o mezclas	Número de veces de aireación	Número de riegos	Días de fermentación
Basura urbana seleccionada	11	12	34

V. PROCESO DE PRODUCCION DEL HUMUS

5.1 Adquisición de lombrices

En el mundo existen alrededor de ocho mil especies de lombrices, las que no se pueden criar en cautiverio porque escapan de los lechos, tienden a desplazarse en el terreno hasta 2 ó 6 m de profundidad, por lo que para la lombricultura se usan lombrices "domésticas" ó "domesticadas", siendo las más difundidas en el mundo *Eisenia foetida y Lumbricus rubellus*. Además en los últimos tiempos se ha propagado la "lombriz roja coliforniana" *Red hybrid*, obtenida por los científicos realizando cruces genéticas con diversas lombrices.

La lombriz *Eisenia foetida,* es la especie con la que se viene trabajando pormas de 10 años en el Instituto de investigaciones de la amazonía peruana, CRI-Ucayali, por lo que para que la lombricultura tenga éxito es necesario contar con esta especie al momento de adquirir las lombrices

5.2 Prueba de calidad del alimento para las lombrices

Para garantizar la óptima calidad del alimento, es necesario hacer una prueba alimenticia, que consiste en llenar alimento en un recipiente, luego se pone 10 lombrices adultas y a las 24 horas las lombrices deben estar focalizadas en su alimento y a las 72 horas se debe notar la presencia de cápsulas indicando que el alimento está en condiciones de excelencia.

5.3 Llenado inicial de alimentos en los lechos

Una ves probado la calidad del alimento se procede al llenado del lecho en una proporción de 100 k/m^2, esparciéndose uniformemente en toda la superficie, esta primera capa debe ocupar aproximadamente 2/5 partes de la capacidad del lecho.

5.4 Inoculación de las lombrices

La modulación o siembra de las lombrices debe efectuarse en las primeras horas de la mañana con la finalidad de que la incidencia de los rayos solares obligue a las lombrices a introducirse rápidamente en el sustrato. La inoculación adecuada es de 1,000 lombrices/m^2, con una población homogénea adulta. Esta población se duplica a los dos meses, al cuarto mes se cuadriplica; lo ideal es llegar a una densidad poblacional de 15,000 a 20,000 lombrices por m2 de lecho, así se logra obtener el humus en un tiempo más corto.

La inoculación puede variar dependiendo si el criadero recién se esta iniciando o si el criadero ya esta establecido

- En el primer caso se tiene a las lombrices en cajas, donde están mezclados el alimento con las lombrices (adultas, juveniles y cápsulas), se procede a vaciar el contenido de las cajas de tal forma que por m^2 contengan la misma cantidad de lombrices, para ello las cajas se las dispone a un distanciamiento homogéneo.

- En el segundo caso se procede a inocular el lecho, transportando en una carretilla alimento y lombrices de un lecho que ha sido recientemente alimentado y se procede a vaciar el contenido de la carretilla en forma homogénea. A partir de las 24 horas aproximadamente, las lombrices adultas habrán comenzado a alimentarse en el nuevo sustrato. Si esto procede con regularidad ningún tipo de alimento debe añadirse durante los 30 primeros días posteriores a la inoculación.

5.5 Alimentación de las lombrices.

Una vez lograda la humificación del llenado inicial del lecho; es importante suministrar alimento cada cierto período por tres veces consecutivas; el ciclo dependerá del consumo de la lombriz, lo cual está relacionado a la calidad del alimento siendo directamente proporcional.

El alimento se carga en carretilla y se transporta cerca del lecho; se verifica la humedad de alimento que deberá estar cerca a 55% para que la lombriz pueda absorberlo o chuparlo; con la ayuda de un trinche se coloca el alimento al centro del lecho dejando a cada lado 15 cm, formando un lomo de pescado; a una proporción de 60 k/$m^{2.}$

Luego de 15 días, se vuelve a alimentar, para lo cual es necesario esparcir el alimento anterior de tal manera que el lecho quede nivelado, posteriormente se coloca el nuevo alimento. De igual manera se procederá con la tercera y cuarta alimentación, hasta lograr llenar el lecho con el alimento humificado.

5.6 Conteo de las lombrices.

Esta práctica se realiza con la finalidad de comercializar o regular la densidad poblacional de lombrices. Cuando se supera lo permisible que es de 25,000 a 30,000 lombrices por m2 de lecho, es necesario retirar el exceso de lombrices para sembrar en lechos nuevos, alimentar directamente animales o producir harina de lombriz.

El procedimiento consiste en contar las lombrices utilizando un muestreador de de madera de dimensiones de 10 cm x 10 cm x 30 cm, los pasos a seguir son los siguientes:.

- Introducir el muestreador en el alimento trampa.
- Obtener una muestra de alimento por cada metro lineal.
- Contar las lombrices y huevos de la muestra.
- Obtener el promedio de todas las muestras.

5.7 Cuidado y mantenimiento de los lechos

- **Riego.** La humedad del sustrato es importante ya que en ella radica el éxito de la explotación. Las lombrices carecen de dientes y sólo succionan el alimento, por lo tanto si el sustrato está seco las lombrices no lo pueden comer. Según las experiencias de manejo el nivel de humedad óptima para este tipo de lombrices es del 55 - 70%. Una manera sencilla de constatar la humedad es comprimiendo el

sustrato entre las manos debiendo escurrir unas dos gotas de agua. El lecho tiene que ser suave y bien aireado, si está muy saturado fallará la oxigenación, indispensable para garantizar la supervivencia de las lombrices. Cuando la instalación del plantel es pequeña el riego puede hacerse manualmente, cuando es grande se necesitará una manguera

La frecuencia del riego se define por las horas de sol; en los mese calurosos, se debe regar en forma interdiaria, cuando las horas de sol y su intensidad son menores, el riego será uno o dos veces por semana.

- **Aereación.** Las lombrices requieren de aire para sus procesos vitales, además el sustrato en los lechos tiende a compactarse impidiendo la circulación del agua al momento del riego y esto provocará el lavado de una buena parte de las proteínas contenidas en el alimento. Se recomienda remover el sustrato con un trinche cada cinco días, con esto se logrará airear y homogeneizar al sustrato. No es recomendable cubrir los lechos con plásticos u otros materiales que impiden la circulación del aire; se puede proteger con paja, hojas; esto ayudará regular el aumento de la temperatura y al mismo tiempo evitará la evaporación, por consiguiente disminuirá la frecuencia de riego.

5.8 Cosecha de las lombrices.

La cosecha de lombrices se realiza a lo 90 días de inoculados los lechos. El proceso de la cosecha es simple y consiste en adicionar alimento en los lechos en la parte central de éstos, formando una especie de lomo de pescado; a este alimento se le conoce como trampa alimenticia. A los tres días las lombrices se han adheridos al alimento, aprovechándose este momento para ser capturadas y trasladadas a otros lechos donde van a ser alimentados nuevamente. Este proceso se repite por tres veces consecutivas con intervalo que varía de la siguiente manera. La primera se cosecha al tercer día, la segunda a los cinco días y la tercera a los siete días; logrando extraer un 95% de lombrices.

5.9 Cosecha del humus

Se considera que el proceso de humificación ha concluido cuando la materia orgánica presenta una estructura granulosa de color café oscuro, esponjoso,

textura maleable y suave pudiendo introducir la mano con facilidad hasta la base del lecho. Todas esta características se deben lograr a los 3 meses y medio.

La cosecha se inicia a los 3 meses y medio de inoculadas las lombrices. El humus cosechado debe secarse hasta 40 % de humedad, secado que se realiza a temperatura ambiente y luego pasar por un proceso de tamizado, con la finalidad de dar un mejor acabado, capturar las últimas lombrices que quedan y además eliminar los residuos que no han sido humificados. El tamiz es una malla metálica de 5 mm

5.10 Almacenamiento y conservación del humus

Para aprovechar a plenitud las bondades físicas, químicas y biológicas del humus; lo recomendable es usarlo después de la cosecha; sin embargo muchas veces esto no sucede por lo tanto es necesario almacenarlo, dándole las condiciones para seguir manteniendo su humedad de cosecha (mínimo el 40%), a fin de mantener viva su carga microbiana. Ver cuadro …..

Para el proceso de almacenamiento del humus, el almacén debe estar ubicado cerca del ambiente de tamizado, lo que facilitará el traslado. El almacén debe tener techo y buena ventilación con la finalidad de evitar la excesiva evaporación y conservar el humus con la humedad recomendada.
El humus se puede almacenar de dos maneras: A granel o envasado:

A granel. Esta es la mejor manera de almacenar, debido a que con una buena ventilación y manteniendo su humedad recomendada, puede guardarse hasta seis meses sin que pierda sus características.

En sacos. Cuando se almacena en sacos se debe tomar algunas precauciones como por ejemplo estos no deben ser muy herméticos o impermeables y disponiéndose en rumas de hasta 5 sacos, de tal forma que pueda circular el aire entre ellos, además esto nos permitirá ir humedeciéndolos periódicamente, evitando el resecamiento que afectaría la vitalidad de los microorganismos a los cuales debe en gran parte su poder fertilizante.

VI. UTILIZACION DEL HUMUS COMO FERTILIZANTE

6.1 Calidad del humus como fertilizante orgánico

El humus de lombriz es uno de los mejores fertilizantes para enriquecer ecológicamente las tierras de cultivo. Está compuesto de nitrógeno, carbono, potasio, fósforo y sobre todo es rico en enzimas que actúan sobre la materia orgánica regenerando las tierras. Posee una altísima carga microbiana, del orden de 20,000 millones por gramo en base seca, esto le confiere características de fertilizantes biológicas. Ver cuadros ……..

La relación entre microorganismos y raíces hace aumentar la disponibilidad de nutrientes asimilables: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro; zinc, boro, manganeso, además que produce ácido indol acético y giberélico que son sustancias reguladoras y promotoras del crecimiento de los vegetales. Por ser granulado permite el movimiento de aire y agua en el suelo, a su vez retiene humedad.

El humus además incrementa al suelo de materia orgánica, da color oscuro permitiendo la retención de energía para la multiplicación microbiana y mantiene el suelo productivo por más tiempo. Tiene efecto residual y permanece por más de 3 años en actividad en suelos de trópicos; protege al suelo de la erosión, del impacto de las lluvias en ecosistemas tropicales húmedos.

Cuadro 10 . Análisis físico químico del humus. Elementos mayores

Muestra	CE* Mnhos/cm	PH	MO (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
M_1	3.09	6.5	22.10	3.0	1.5	1.4
M_2	2.95	6.7	19,20	2.8	1.2	1.3
M_3	2.56	6.7	19.60	2.5	1.3	1.2
M_4	2.94	6.7	21.11	2.9	1.4	1.9

*Conductividad eléctrica

Cuadro 11. Análisis químico del humus. Elementos menores

Muestra	CaO (%)	MgO (%)	Hg (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Na (%)

M_1	1.09	0.58	46.39	99	11	400	10 915	0.03
M_2	2.11	0.58	45.58	88	11	376	11 605	0.05
M_3	2.30	0.54	44.04	75	10	379	9 820	0.02
M_4	2.64	0.54	45.83	77	10	357	10 355	0.05

Cuadro 12. Población microbiana del humos preparada de diferentes insumos Alimenticios

Muestra	Bacteria (UFC/g seco)*	Actinomicetos (UFC/g seco)	Hongos (UFC/g seco)	Total
✓ Estiércol de vacuno	3 640 000 000	5 540 000	47 100	2 852 330 000
✓ Estiércol de ovino	583 000 000	1 720 000	2 060 000	586 780 000
✓ Gallinaza	590 000 000	1 400 000	174 000	591 574 000
✓ Basura de mercado	3 720 000 000	2 180 000	1 630 000	3 723 810 000
✓ Residuos de yuca	465 000 000	1 440 000	1 030 000	467 470 000
✓ Estiércol de vacuno+ basura de mercado	1 340 000 000	673 000	566 000	1 341 239 000
✓ Estiércol de vacuno + Residuos de yuca	1 160 000 000	1 080 000	1 220 000	1 162 300 000
✓ Estiércol de ovino + basura de mercado	4 690 000 000	3 690 000	967 000	4 694 657 000
✓ Estiércol de ovino + residuo de yuca	2 850 000 000	1 270 000	1 060 000	2 852 330 000
✓ Gallinaza + basura de mercado	2 060 000 000	1 490 000	1 060 000	2 062 550 000
✓ Gallinaza + residuos de yuca	2 850 000 000	1 270 000	1 060 000	2 852 330 000

***Un**idad formadora de colonias po gramo de muestra seca

6.2 Formas de aplicación

La forma de aplicación varía dependiendo del cultivo, y esta dirigido al mejor aprovechamiento, siendo las mas más comunes las siguientes:

Aplicación total. Consiste en aplicar el humus en toda el área, haciendo una muestra homogénea con el suelo. Generalmente este tipo de aplicación se hace en

cultivos hortícolas cuando las densidades de siembra de las especies son menores de 20 cm entre plantas, en siembras al voleo y con especies de raíces profundas. Ej. Culantro, cebolla china, rabanito, nabo. Zanahoria.

Esta forma de aplicación es muy común cuando se prepara las camas almacigueras, camas de enrraizamiento, camas germinadoras.

.

Aplicación localizada. Consiste en aplicar individualmente a cada planta, antes o después de la siembra. Ej. Tomate, Ají dulce, pepino, repollo, especies frutales y forestales.

Aplicación en hileras. Esta forma de aplicación, generalmente se hace en cultivos hortícolas que son sembradas en hileras, ej. Culantro.

Aplicación en bandas. Se utiliza generalmente en cultivos hortícolas como la lechuga y consiste en aplicar el humus en ambos bordes de la cama

6.3 Recomendaciones y dosis de aplicación del humus en hortalizas

Generalmente las hortalizas se siembran en camas de 1 m de ancho por 0.25 o 0.30 m de altura y el largo de acuerdo a la disponibilidad del terreno; siendo el mas recomendable de 10 m de largo.

Para la preparación de las camas se recomienda las siguientes actividades: **a)** levantamiento de las camas, **b)** mullir el terreno, **c)** nivelar el terreno, **d)** aplicar el humus, **e)** aplicación del humus, **f)** siembra y riego del cultivo.

Cuando la aplicación del humus es total, la dosis de aplicación en camas de almácigo es de 5 a 10 kg/m^2; siendo mayor para cultivos de corto período vegetativo y menor para cultivos de largo período vegetativo (mayores de tres meses).

Las dosis recomendadas para las diferentes especies hortícolas se muestran en el cuadro 13

Cuadro 13. Dosis de humos recomendado para especies hortícolas

Especies	Dosis	Momento de aplicación
Col (cabeza)	500 g/planta	Al transplante
Culantro	5 k/m^2	A la siembra
Tomate	750 g/planta	Al transplante
Vainita	500 g /planta	A la siembra
Zanahoria	5 k/m^2	A la siembra
Zapallo	1 k/planta	A la siembra
Cebolla	250 g/planta	A la siembra
Pepinillo	1 k/planta	A la siembra
Nabo	5 k/m^2	A la siembra
Rabanito	45 k/m^2	A la siembra
Col china	500 g/planta	Al transplante
Ají dulce	500 g/planta	Al transplante
Ají Mirasol	500 g/planta	Al transplante

6.4 Recomendaciones y dosis de aplicación en plantas ornamentales

Plantas en macetas. Para plantas de hoja, tipo croton; mezclar en proporciones iguales: humus, aserrín negro y tierra. Para plantas de flor, mezclar en iguales proporciones humus y tierra. Se recomienda cambiar el sustrato cada seis meses.

Césped. En el establecimiento se recomienda remover el terreno, mullir el suelo e incorporar el humus**.** Aplicar dosis de 5 k/m^2 . En plantaciones establecidas, aplicar al voleo dosis de 2 a 3 k/m^2.

Plantas ornamentales. Al establecimiento, aplicar en forma dirigida a la planta, dosis de 2 k/hoyo, y para mantenimiento, 1 k/planta.

6.5 Recomendaciones y dosis de aplicación en plantas perennes

Especies frutícolas y forestales. Aplicar 2 k de humus por hoyo. Se recomienda mezclar en proporciones iguales con el suelo y aplicar una parte al fondo del hoyo y el resto una vez colocada la planta. En plantaciones perennes establecidas aplicar de acuerdo a la producción de la especie, variando desde 2 a 10 k/planta.

VII. COSTOS DE PRODUCCION DE UN MODULO DE LOMBRICULTURA

VIII. PRODUCCION DE HARINA DE LOMBRIZ COMO FUENTE PROTEICA.

8.1 ¿Qué es la harina de lombriz?

La harina de lombriz es el resultado de la molienda de la lombriz deshidratada y es un insumo de alto contenido proteico utilizado en la preparación de alimentos balanceados para la alimentación de animales domésticos y peces.

El contenido proteico de la harina de lombriz varía de acuerdo al tipo de insumo alimenticio utilizado en la alimentación de la lombriz; según los análisis bromatológicos realizados el contenido de proteína varía de 51 a 72 %; Además contiene todos los aminoácidos esenciales en proporciones más altas que la harina de pescado.

8.2 ¿Cómo se prepara la harina?

La preparación consiste en lavar las lombrices con abundante agua corriente, utilizando un tamiz de 5 mm de diámetro, esto nos permitirá separar los residuos del humus. Una vez limpias las lombrices, se introducen en una solución de salmuera al 5%, por diez minutos, este proceso se repite hasta separar todos los residuos desprendidos; luego se seca al sol y se muele.

8.3 Diagrama de flujo de la preparación de la harina

Materia prima. Son las lombrices totalmente limpias y deshidratadas.

Primer lavado. Se recolectan las lombrices del compost y se colocan en un tamiz ASTM-11-70, se lavan con abundante agua corriente hasta separar los residuos que rodean el cuerpo del mismo.

Beneficio. Se coloca la materia prima en un recipiente de vidrio y se le agrega 1 000 ml de salmuera al 5 %, se espera unos diez minutos para desechar la solución.

Segundo lavado. Las lombrices se lavan con abundante agua corriente para eliminar los residuos desprendidos de la salmuera. Se pesan las lombrices en una balanza de precisión.

Secado. Las lombrices deshidratadas se extienden por dos días, en una plancha de calamina u otro recipiente similar, con todos los líquidos desprendidos. Otra manera es colocar en placas de vidrio con todo los líquidos desprendidos y se pasan a una estufa con una temperatura promedio de 105℃; el tiempo de secado es de 6 a 8 horas. Se retira de la estufa y con la ayuda de una espátula se desprende el producto de la superficie de las placas, luego se procede a enfriar por espacio de 2 horas.

Molienda. El producto seco se muele en un mortero hasta dejarlo pulverizado.

Evasado. El producto pulverizado se introduce en bolsas de polietileno y es sellado en condiciones de aire seco. Ver Figura 2



Fig. 2. Flujo del proceso de preparación de la harina de lombriz

Cuadro 14. Análisis bromatológico de la harina de lombriz alimentados con diferentes insumos alimenticios

Insumo alimenticio	Humedad	Ceniza	Materia volátil	Grasa	Proteína
Estiércol de vacuno (V)	16.40	17.50	82.50	3.30	62.40
Estiércol de ovino (O)	12.20	19.80	80.20	4.80	65.70
Gallinaza (G)	10.50	21.70	78.30	4.70	60.90
Basura del mercado (BM)	12.80	15.70	84.30	5.10	68.00
Residuo de yuca (RY)	15.20	19.70	80.30	4.40	62.40
V + RY	13.60	20.70	79.30	3.40	61.00
V + BM	14.20	13.80	86.00	3.50	62.50
V + A	10.18	23.62	ND	7.90	51.40
V + A + D (3 %)	10.26	22.52	ND	16.90	52.00
V + A + RB (3 %)	8.22	28.05	ND	5.02	51.60
V + A + RB + D	9.21	23.15	ND	10.24	51.50
O + RY	14.60	8.90	91.10	8.40	72.20
O + BM	14.00	18.00	82.00	3.70	58.00
G + BM	12.30	17.00	83.00	3.60	67.30
G + RY	15.60	22.40	77.60	4.20	62.60

Cuadro 15. Análisis bromatológico de la harina de lombriz alimentados con diferentes insumos alimenticios

Insumo alimenticio	Humedad	Fósforo	Calcio	Potasio	Fibra
Estiércol de vacuno (V)	16.40	0.98	0.32	0.68	ND
Estiércol de ovino (O)	12.20	0.71	0.40	0.41	ND
Gallinaza (G)	10.50	0.83	0.40	0.48	ND
Basura del mercado (BM)	12.80	1.20	0.43	0.77	ND
Residuo de yuca (RY)	15.20	0.71	0.44	0.41	ND
V + RY	13.60	0.81	0.52	0.40	ND
V + BM	14.20	0.80	0.42	0.45	ND
V + A	10.18	ND	ND	ND	0.98
V + A + D (3 %)	10.26	ND	ND	ND	1.26
V + A + RB (3 %)	8.22	ND	ND	ND	0.83
V + A + RB + D	9.21	ND	ND	ND	1.31
O + RY	14.60	0.63	0.32	0.45	ND
O + BM	14.00	0.76	0.52	0.44	ND
G + BM	12.30	0.81	0.44	0.44	ND
G + RY	15.60	0.63	0.38	0.33	ND

IX. BIBLIOGRAFIA

AYRES, G. H. 1970. Análisis Químico Cualitativo. Ed. Harper y Row Latinoamericana. Ciudad de México. 640 pp.

BANCO AGRARIO DEL PERU. 1980. Manual de Instrucciones para la Lombricultura, Departamento de Divulgación Técnica. Lima, Perú. 25 pp.

BARAHONA, M. 1988. Conferencia de Lombricultura. IIAP. Pucallpa, Perú

CEDELOM. 1992. Proyecto Lombricultura "CEDELOM", Lima. Perú. 6 pp.

COCHRANE, P. 1982. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América Tropical. En: J. M. Toledo (ed.) Manual para la evaluación agronómica. Cali (Colombia): RIEPT.

COLLAZOS, C. 1980. Ministerio de Pesquería. En: Cient. Lima, Perú. 45 pp.

CEILOM - PERU. 1989. Tríptico de Divulgación de Lombricultura. Lima. Perú. 6 pp.

FERRUZZI C. 1987. Manual de Lombricultura. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 130 pp.

GUTIERREZ, J. 1988. Lombricultura: Alternativa ambientalista socioeconómica ilimitada. Lima: CONCYTEC.

HAMILTON, L. F. y SIMPSON, S. B. 1964. Cálculos de Química Analítica. Castilla S.A. Madrid, España. 229 pp.

HART, F. L. y FISCHER, H. J. 1971. Análisis Moderno de los Alimentos. Ed. Acriba. Zaragoza. España 300 pp.

LAISSUS, B. V. 1985. La Lombricultura. Ed. Montfermeil, París. Francia pp. 34-39-51.

LA RECHERCHE. Octubre 1984. Los Gusanos de Tierra. En: Mundo Científico. Valencia (Barcelona): Ed. Fontalba S.A. 963 pp.

RIOS, O.; SALAS, S.; SANCHEZ, M. 1993. Manual de Lombricultura en el Trópico Húmedo. CRI-IIAP-Ucayali. Lima, Perú. 85 pp.

SABAC-CHILE. 1987. Lombricultura un amplio horizonte. Chile

X. ANEXO

10.1 Trabajos de investigación en lombricultura realizados en el CRI-IIAP-UC.

El CRI-IIAP-Uc. ha realizado numerosos estudios para generar tecnología de crianza de lombrices; siendo las mas importantes las siguientes:

- Evaluación de la biotecnología de recuperación de biomasa a través de la lombriz.
- Mezclas orgánicas en la calidad del humus de lombriz y su efecto en el pepino; en un ultisol de Pucallpa.
- Efecto residual de humus de lombriz en un suelo degradado y el rendimiento de culantro.
- Harina de lombriz, alternativa proteica en trópico y tipos de alimento.
- Insumo orgánico, su influencia en la conducta reproductiva de *Eisenia foetida* y la calidad de humus en el rendimiento de cebolla china en suelos degradados de Pucallpa.
- Evaluación de raciones alimenticias de lombriz *Eisenia foetida*, mezclada con productos inorgánicos naturales.
- Viabilización y madurez del humus de lombriz.
- Mejoramiento genético de lombrices nativas por cruzamiento con *Eisenia foetida*
- Velocidad de descomposición del alimento de la lombriz *Eisenia foetida* en dos épocas del año.
- Estudio microbiológico del humus de lombriz.
- Evaluación de raciones alimenticias de lombriz *Eisenia foetida* mezclado con productos inorgánicos naturales.
- Empleo de lombrices y sus desechos metabólicos en la bioremediación de suelos contaminados con hidrocarburos.