

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN**

**DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

## **INFORME FINAL DE PROYECTO**

**Reducción de la contaminación ambiental mediante la  
producción de lombricompost a partir de residuos  
orgánicos.**



**ESCUELA RESPONSABLE:  
INGENIERIA AGROPECUARIA ADMINISTRATIVA**

**PARTICIPANTES: Ing. Rodolfo Aníbal Fallas Castro.  
Ing. Alberto Escoto Montero.**

**Cartago, Mayo 2007**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>INDICE DE APÉNDICES</b> .....	<b>ii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Definición del problema. ....	1
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivos Generales .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos. ....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
2.1. LOMBRICOMPOST .....	5
2.2. Características del Humus de Lombriz o lombricompost.....	8
2.2.1. Pureza. ....	9
2.2.2. Materia Orgánica Prima, sustrato utilizado. ....	10
2.2.3. Contenido de Agua. ....	10
2.2.4. Granulometría.....	11
2.2.5. Presencia de semillas viables.....	12
2.2.6. Contaminantes. ....	12
2.2.7. Especie(s) de lombrices utilizadas. ....	13
2.2.8. Presencia de lombrices vivas .....	14
2.2.9. Maduración.....	15
2.3. Tipos de Humus de Lombriz .....	15
2.4. Propiedades químicas: .....	18
2.4.1. Propiedades físicas: .....	18
2.4.2. Biología:.....	18
2.4.3. Análisis Químico.....	19
2.5. Sugerencias para aplicación de lombricompost.....	21
2.6. Cantidad de abono orgánico según el sustrato usado.....	22
2.7. Las compostas.....	22
2.7.1. Porque hacer compostas.....	24
2.7.2. Proceso de elaboración de la composta.....	24
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>25</b>
3.1. I Etapa: Producción de lombricompost .....	25
3.1.1. Organigrama de las unidades de producción de lombricompost.....	25
3.1.2. Descripción de las unidades: .....	25
3.2. II Etapa Ensayos de fertilización a nivel de campo.....	27
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
4.1. Aspectos Generales .....	28
4.2. Objetivos y su logro .....	30
4.3. Limitaciones y problemas encontrados.....	32
4.3.1. Limitaciones técnicas:.....	32
4.3.2. Limitaciones de tiempo .....	32
4.3.3. Problemas con el equipo de trabajo .....	32
4.4. Resumen final.....	33
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>34</b>
5.1. Conclusiones .....	34

5.2. Recomendaciones .....	34
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>35</b>
6.1. Textos consultados .....	35
6.2. WEB consultada .....	35

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calidades de lombricompost .....	16
Tabla 2. Análisis químico del lombricompost.....	19
Tabla 3. Comparación de producciones obtenidas en distintos cultivos, usando vermicompost y fertilizantes químicos .....	20
Tabla 4. Cantidad de humus de lombriz a aplicar según el cultivo, y según sea para iniciar el suelo, o mantenerlo.....	21
Tabla 5. Cantidad de humus de lombriz obtenido según el sustrato usado. ....	22

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de las unidades de producción de lombricompost.....	25
Figura 2. Esquema mostrando el secador solar. ....	27

### INDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Tablas de costos de un lombricario para procesar 1 tonelada de materia orgánica cada 10 semanas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
--	--------------------------------------

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes.

La Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa, por medio de sus investigadores, Ing. Alberto Escoto Montero, e Ing. Rodolfo Fallas Castro, ha realizado investigación y extensión para encontrar la manera de hacer un uso adecuado y eficiente de los recursos con que se cuenta en la unidad productiva.

La producción de hortalizas utilizando abonos orgánicos, la producción orgánica de hortalizas, la determinación del costo de producir hortalizas bajo invernadero, son algunos de los temas investigados.

El mejoramiento de la gestión de la unidad productiva, el uso de información contable en la toma de decisiones de la empresa agropecuaria y agroindustrial, la toma de decisiones utilizando información de los costos de producción, son los temas de extensión más frecuentes.

La corriente productiva moderna se enfoca a la producción orgánica, sostenible: que genera los productos agropecuarios necesarios para el consumo humano, en armonía con el medio ambiente. Obtener productos orgánicos de calidad con sistemas amigables con el ambiente es necesario para cumplir con la legislación actual, y con las exigencias del mercado, tanto nacional como internacional.

## 1.2. Definición del problema.

La producción agropecuaria, tradicional o no, tiene como problema ambiental, a nivel nacional e internacional, la generación de residuos en su proceso. Como se indicó anteriormente, la legislación y el mercado exigen el tratamiento adecuado de los desechos productivos; esto con el objeto de la contaminación del aire, el agua y el suelo principalmente.

El tratamiento adecuado de los residuos agrícolas, no solo evitan el problema ambiental señalado, sino que pueden constituirse en una fuente de abono orgánico, e incluso ser capaz de generar recursos económicos al productor agropecuario por medio de la venta del mismo.

La comercialización de la naranja genera desechos por naranjas en mal estado, sea por golpes, daños por hongos, rajaduras, o simplemente por tamaño. Igualmente, la cáscara del banano maduro, usado en la industria alimenticia, es un desecho que requiere ser dispuesto de la forma adecuado, o por medio de un procedimiento, que cumpla con toda la normativa ambiental, y que sirva para obtener un subproducto utilizable e importante para el productor.

La lombricultura es una manera de enfrentar este problema, pero dada la acidez de la naranja, se requiere generar tecnologías apropiadas que puedan ser aplicadas por los pequeños y medianos productores en sus fincas. La idea es que un productor que asuma la tecnología generada sirva foco de dispersión de la misma.

Siendo la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa una unidad que dedica un buen porcentaje de su tiempo a la academia, es importante el desarrollo de unidades de proceso, con estas nuevas tecnologías, que sirvan de laboratorio demostrativo a los estudiantes, para practicar y para aprender la nueva técnica.

### 1.3. Objetivos.

Seguidamente se presentan los objetivos que se plantearon en el proyecto original, los cuales se analizarán detalladamente, su ejecución y su resultado, en los apartados correspondientes.

#### 1.3.1. Objetivos Generales

- 1- - Implementar una técnica de producción de tecnología limpia que coadyuve en la reducción de la contaminación del ambiente.
- 2- Procesar dos tipos diferentes de residuos orgánicos vegetales producto del desecho de su procesamiento agroindustrial
- 3- Obtener un abono orgánico, tipo lombricompost para la producción agrícola en sustitución de los abonos químicos tradicionales
- 4- Determinar el efecto sobre la producción agrícola de la aplicación del lombricompost
- 5- Determinar los costos de inversión y de operación de la producción de lombricompost usando los residuos cáscara de banano maduro y la cáscara de naranja
- 6- Realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas de campo, en la producción de hortalizas con el lombricompost y asesorar en este campo a los investigadores que participen en el proyecto.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos.

- 1- Desarrollar una metodología de procesamiento de residuos agrícolas acorde a las condiciones de un pequeño o mediano productor agrícola
- 2- Caracterizar cada una de las diferentes etapas por las que el proceso atraviesa
- 3- Cuantificar los contenidos nutricionales de cada uno de los tipos de lombricompost elaborados

- 4- Determinar a nivel de campo, el efecto sobre la producción de tres niveles de abonamiento en tres hortalizas, durante cinco ciclos de abonamiento, con cada uno de los tipos de lombricompost.
- 5- Determinar los costos de producción del lombricompost en la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa del ITCR, usando cáscara de banano y cáscara de naranja como sustratos.
- 6- Determinar los ingresos que generaría la producción de lombricompost, y la producción de las hortalizas usadas en las pruebas de campo
- 7- Determinar la rentabilidad de las actividades evaluadas, en las condiciones presentes en el Campo de Práctica de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. LOMBRICOMPOST

El lombricompost es un residuo orgánico, que con el adecuado laboreo y compostaje, es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana (*Eisenia andrei* o *Eisenia foetida*), para ser transformado por ésta, mediante su ingesta y excreta, en una extraordinaria enmienda fertilizadora.

La lombriz de tierra es un ser vivo, animal invertebrado, perteneciente a la división o Phylum de los Anélidos, de cuerpo alargado y segmentado, de la clase Oligoquetos, que viven bajo el suelo, hacen galerías y se alimentan de materia orgánica. Estas lombrices pueden vivir a pocos centímetros de la superficie, o a profundidades que sobrepasan el metro y medio.

Las lombrices superficiales o Epígeas (del latín Epi- arriba y geos- tierra), algunas veces se denominan composteadoras, aunque es un término equivocado, dado que ellas no compostean, de hecho carecen de aparato masticador, por lo que la materia orgánica ingerida por la lombriz ya debe estar composteada al momento de la ingesta.

Estas lombrices Epígeas (como la Roja Californiana), no viven dentro, sino sobre la tierra (o a escasos centímetros de profundidad) y se alimentan de la materia orgánica acumulada, como hojarasca y restos orgánicos presentes. Por su característica superficial, resulta el grupo apropiado para efectuar el lombricompostaje. Aunque, ya se ha roto el mito de que la lombriz roja californiana sea la única adecuada para el proceso de vermicompostaje, dado que las otras especies (Endógenas y Anémicas), comen y fecan igual; siendo por lo tanto apropiadas para el proceso.

La acción de las lombrices composteadoras o epígeas, que ingieren, trituran, mezclan, defecan, movilizan y airean los residuos orgánicos, optimizando la actividad y proliferación de los micro-organismos, produciendo un agregado notable de bacterias que actúan sobre los nutrientes macromoleculares,

elevándolos a estados directamente asimilables por las plantas, de tal forma que la acción conjunta lombrices-microorganismos da lugar a un proceso de humificación y estabilización física, química y biológica de alta uniformidad, eficiencia y simplicidad técnica, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores, y mayor resistencia a los agentes patógenos.

El humus de lombriz, favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos así como la resistencia a las heladas. Esto es debido a que en la actividad y digestión que las lombrices realizan sobre la materia orgánica, está la participación de una gran cantidad y diversidad de micro-organismos (de la materia orgánica y de los intestinos de la lombriz), el material resultante, resulta ser la combinación y compleja interacción de sustancias producidas por cada uno de é, generando la presencia de micro-organismos vivos y sustancias orgánicas complejas como hormonas, vitaminas, enzimas, antibióticos, ácidos húmicos, además de sales minerales y nutrientes para las plantas.

La acción del humus de lombriz hace asimilable para las plantas materiales como fósforo, calcio, potasio, magnesio, y también los microelementos y oligoelementos. Fija, de los microorganismos simbióticos, *Azotobacter* y *Clostridium*, el nitrógeno atmosférico.

Entre otras características fisiológicas de la lombriz californiana, sus glándulas calcíferas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido – básico, tendiendo a neutralizar los valores del pH. Estas y otras particularidades inherentes al proceso digestivo de la lombriz, hacen que el producto por ella elaborado tenga una acción como enmienda, fertilizadora y fitosanitaria muy superior a un compost común. También tiene un mayor tiempo de elaboración, condicionado a los inalterables ritmos biológicos de la lombriz.

El humus de lombriz es un fertilizante bio-orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro, similar a la broza del café. Es un producto terminado, muy estable, imputrescible y no fermentable.

El humus posee una altísima carga microbiana, NMP (número más probable) del orden de los 2 millones por gramo seco, protegiendo las plantas de otros tipos de bacterias patógenas, aún de nemátodos, contra los cuales está indicado especialmente.

Su riqueza en oligoelementos aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo. Como su pH es cercano a 7, es decir, neutro, puede utilizarse sin contraindicaciones, ya que no quema las plantas, ni siquiera las más delicadas.

El lombricompost es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la lombricultura: casting, vermicompost, wormcasting y otros nombres comerciales dependiendo de la casa que lo produzca. Se considera que el lombricompost es el mejor abono orgánico del mundo.

El humus de la lombriz está compuesto, principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de las lombrices.

Los gusanos de tierra consumen residuos en proceso de descomposición, es decir, predigeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Éstos degradan las proteínas y la celulosa, transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación.

El lombricompost es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- ❖ La *auxina*, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración y la cantidad y dimensión de los frutos.
- ❖ La *giberelina*, favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de algunos frutos.

La *citoquinina*, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

El lombricompost cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, de la siguiente manera:

La norma mexicana para clasificar un producto como humus de lombriz indica entre otras cosas, lo siguiente:

No podrá utilizarse la designación de humus de lombriz a ningún producto que no sea precisamente el material orgánico resultante de la crianza de lombrices alimentadas con residuos orgánicos, tal y como se encuentra especificado en la presente Norma de calidad.

## 2.2. Características del humus de lombriz o lombricompost

El humus de lombriz, en todos sus grados de calidad, deberá cumplir con las siguientes especificaciones, clasificadas bajo los siguientes criterios:

- ❖ Pureza
- ❖ Materia orgánica prima, sustrato utilizado
- ❖ Contenido de agua
- ❖ Granulometría
- ❖ Semillas viables
- ❖ Contaminantes
- ❖ Especie(s) de lombrices utilizadas
- ❖ Lombrices vivas
- ❖ Madurez

### 2.2.1. Pureza.

Para poder presentarse comercialmente como un producto “100% humus de lombriz”, deberá cumplir con parámetros, verificables según el procedimiento descrito en la sección correspondiente de el capítulo de Métodos de Prueba:

Contener efectivamente no menos del 95.0 % de humus de lombriz, verificable según establece la Norma. Además de:

- ❖ No contener ningún aditivo, adiconante, potenciador, fórmula secreta o cualquiera que sea su nombre, que bajo la premisa o no de mejorar su calidad o contenido, se añada al producto.
- ❖ Contener no mas del 2.0 % (peso-peso) de impurezas inorgánicas, propias del suelo, tales como tierra, arena, arcilla, piedrecillas, grava, ceniza volcánica, etc.
- ❖ Contener no mas de 2.0 % (peso-peso) de material orgánico no ingerido por las lombrices, solo cuando forme parte de la materia orgánica prima, presentada en la forma de palitos, ramas, maderas o fibras ligno-celulósicas, materia orgánica cruda, o reseca, no digerida por las lombrices.
- ❖ Contener no mas de 1 % (peso-peso) de impurezas inorgánicas extrañas no contaminantes, tales como vidrios, metales, plásticos, etc.

De no cumplir con estos parámetros, el producto no podrá presentarse con el apelativo “100% Humus de Lombriz”, pudiendo en todo caso clasificarse y designarse entonces en algún otro grado de calidad, consideradas en esta Norma.

- ❖ Cuando voluntaria o exprofesamente se añada algún componente ajeno a la materia orgánica prima, el fabricante se obliga a señalar la naturaleza, origen o contenido del material incorporado, utilizando el término “adicionado con...” y especificando la cantidad proporcional total en gramos por Kg. de Humus de lombriz.
- ❖ Por ejemplo: humus de lombriz, adicionado con fertilizante químico (20 g/Kg. de humus de lombriz),  
Adicionado con fósforo, potasio, calcio y magnesio (5.0 g/kg de humus de lombriz).  
Adicionado con ceniza volcánica (100 g/kg de humus de lombriz),  
Adicionado con urea (15 g/kg de humus de lombriz).

### 2.2.2. Materia Orgánica Prima, sustrato utilizado.

En cualquier caso, deberá señalarse la naturaleza y origen del material orgánico utilizado como materia prima o sustrato para alimentar a las lombrices, mismo que seguido del apelativo de designación (Humus de lombriz), deberá escribirse “de” seguido del nombre del material utilizado para alimentarlas. Así, se establecen los siguientes casos:

- ❖ En el caso de tratarse de un solo material orgánico, éste se presentará de manera que se conozca su naturaleza y origen; Ejemplo: de pulpa de café, de estiércol vacuno, de cachaza de caña de azúcar, de estiércol de cerdo, etc.
- ❖ En el caso de tratarse de una combinación establecida o de una mezcla fija de 2 o más componentes orgánicos, bastará que se presenten los nombres de cada uno de ellos, en el orden de mayor a menor proporción. Por ejemplo: de pulpa de café y cachaza de caña de azúcar, de estiércol vacuno y rastrojo de maíz, de estiércol de caballo, rastrojo de maíz y aserrín de madera, etc.
- ❖ En el caso de tratarse de materiales mixtos, combinados, que se encuentran en proporciones desconocidas o variables, deberá aclararse también su naturaleza y origen, anotando la especificación típica de referencia genérica, pero añadiendo, a través de un asterisco y una nota al calce, el siguiente texto: “...\*Pudiendo contener cantidades variables de algunos de los siguientes materiales: restos de...”, seguido de una lista de al menos 8 a 10 de los mas comunes o principales de ellos, y al terminar, añadir: ... ,etc.”; por ejemplo: de residuos orgánicos domésticos\*, de residuos orgánicos urbanos\*, de restos de frutas y verduras\* y al calce anotar: \*pudiendo contener cantidades variables de algunos de los siguientes materiales: residuos de papaya, zanahoria, calabaza, coles, coliflores, brócoli, lechugas, jitomates, cebollas, sandías, etc.

### 2.2.3. Contenido de Agua.

El agua es uno de los componentes principales en el humus de lombriz y si su presencia se desestima, se da lugar a productos excesivamente mojados o bien resacos. En todos sus grados de calidad, el humus de lombriz deberá especificar el contenido de agua y rango porcentual en peso, tomando como 100% al peso fresco del humus de lombriz; así por ejemplo, deberá señalarse en la tabla de contenidos “Contenido de agua 50-55%”.

- ❖ En el caso del producto designado como “100% humus de lombriz”, este valor no deberá exceder del 55 %.

#### 2.2.4. Granulometría.

El humus de lombriz, aunque provenga y surja de los intestinos de estos animales y, por ello, sus turrículos tengan un tamaño original muy pequeño, al cosecharse y procesarse para su venta, sus excretas se disgregan o se agregan de forma variable, pudiendo para su favorable comercialización, hacerse pasar a través de un tamiz (saranda, cernidor, cedazo, harnero o malla criba), para uniformizar su estructura y retirar las partículas fuera del rango de tamaño.

La granulometría se refiere a la clasificación por tamaños de las partículas y agregados que conforman el producto y que le confieren propiedades de textura, porosidad y apariencia uniforme reconocibles, pudiendo ser desde polvos finos hasta grumos gruesos, en sus diferentes variantes y rangos de tamaños.

En cualquiera de los grados de calidad del humus, deberá señalarse la ejecución o ausencia de este procedimiento de tamizado, mediante al menos una de las siguientes alternativas:

- ❖ Humus de lombriz rústico, o no tamizado, a aquel producto que no haya sido pasado por ningún tamiz.
- ❖ Humus de lombriz tamizado, cuando el producto haya sido obtenido a partir de un tamizado, debiéndose en este caso señalar entre paréntesis, la medida en milímetros (mm) de la abertura de malla, antecedido por el signo “ < ” menor a. Así por ejemplo, se señalará: humus de lombriz tamizado (< 5 mm); humus de lombriz tamizado (< 7 mm).
- ❖ En el caso del producto designado como “100 % humus de lombriz”, deberá presentarse tamizado, bajo una abertura de malla igual o menor a 5 milímetros (< 5 mm).
- ❖ En el caso de utilizarse mas de una clasificación, o un rango superior y otro inferior, esta condición podrá señalarse según este mismo principio. Ejemplo: (<6, >5).

#### 2.2.5. Presencia de semillas viables.

Por la posible presencia de semillas viables (de malezas o plantas indeseables) que sobrevivan al proceso de lombricompostaje y transformación orgánica o se incorporen al producto antes de su empaque, provenientes del medio ambiente, resulta un indicativo de calidad la ausencia total o bajo rango de presencia de semillas viables de plantas, medido en la forma de cantidad de semillas viables por volumen de material (litros), utilizando el procedimiento descrito en el capítulo de Métodos de Prueba.

En el caso del producto designado como “100% humus de lombriz”, el valor de presencia de semillas no deberá exceder de 2 semillas viables por litro de humus, escrito de la manera siguiente: < 2 sem./litro.

En el caso del humus de lombriz “calidad estándar”, este valor podrá ser mayor al anterior, pero menor a 5 sem./litro.

#### 2.2.6. Contaminantes.

Bajo esta Norma, se consideran contaminantes a todos aquellos materiales, sustancias, elementos o compuestos químicos, de carácter extraño (exógeno, externo), tóxico, venenoso o que resulten de alguna forma nocivos o dañinos para el hombre, los animales o el medio ambiente y que por causas diversas, pudieran encontrarse presentes, disueltos o mezclados en el humus de lombriz. Su presencia deberá regirse según las Normas vigentes, determinadas en la “Legislación. Sobre Residuos Peligrosos”

### 2.2.7. Especie(s) de lombrices utilizadas.

Es evidente que la declaración y manifestación de la(s) especie(s) de lombrices utilizadas para elaborar el humus de lombriz, son la mejor garantía y carta de presentación y promoción de la calidad del producto, por lo que el producto deberá especificar el nombre científico de la (s) lombrices, señalando en cada caso el género y la especie, en letra cursiva, seguida del autor y año de clasificación, según los estándares de la Nomenclatura Binomial utilizada internacionalmente, evitando (o anulando) la proliferación de términos locales, regionalismos o comerciales (por demás equivocados) tales como “Híbrido de California”, “Coqueta Roja”, “Rucor michoacana”, o cualquier otro término que confunda, falsea, deforme o enmascare la identidad precisa, taxonómica de las lombrices. Para uniformizar su denominación, se aceptarán los siguientes términos:

Nombre Científico	Nombre común
<i>Eisenia andrei</i> (Bouché, 1972)	Lombriz roja de California
<i>Eisenia fetida</i> (Savigny, 1826)	Lombriz roja de California
<i>Perionyx excavatus</i> (Perrier, 1872)	Lombriz Oriental de las compostas
<i>Eudrilus eugeniae</i> (Kinberg, 1867)	Lombriz gigante Africana,
<i>Dichogaster modigliani</i>	
<i>Polipheretima elongata</i>	

Estas y cualquier otra determinación taxonómica presentada, deberá ser avalada por taxónomos especialistas, registrados en el “Padrón de taxónomos especialistas de lombrices”.

La lombriz usada en mayor proporción es la roja californiana (*Eisenia andrei*). Una lombriz bien desarrollada puede medir hasta 5 mm de espesor y pesar hasta 2 gramos. Su color varía con el pH; cuando es ligeramente alcalino se torna negra o morada y se alarga, cuando es ligeramente ácido se torna pálida o rosada, si el pH

es neutro su color es rojo fresa. Sin embargo, estas coloraciones son variables, son indicativas de valores de pH por si solas.

#### A. Características de la Lombriz Roja Californiana

Esta lombriz se caracteriza por lo siguiente:

- ❖ Alta capacidad reproductiva.
- ❖ Muy voraces
- ❖ De fácil adaptación.
- ❖ De fácil manejo.
- ❖ Tranquila, no nerviosa.
- ❖ Puede vivir en cautiverio.

Esta lombriz cada 72 horas pone un capullo, copón o cápsula, del cual pueden nacer hasta 20 nuevas lombrices, con un promedio de entre 7 y 10 (vivas). El ciclo es de 3 a 5 semanas, y la madurez sexual de la lombriz la alcanza a las 8 a 12 semanas (cuando muestra el clitelo plenamente diferenciado)

El estiércol y cualquier sustrato que se use para alimentar lombrices, debe presentar un pH de 7 o cercano a él, de lo contrario, se generará estrés en las lombrices.

#### 2.2.8. Presencia de lombrices vivas

Debido a la utilización de altas densidades de población de lombrices y a la probable sobre vivencia de huevecillos y lombrices juveniles difíciles de detectar, es posible encontrar huevecillos viables y lombrices vivas en el producto terminado. Aunque su presencia no es dañina ni perjudicial, debe regularse su presencia, como un signo de buena calidad y control del proceso. Se consideran los siguientes parámetros:

En el caso del producto designado como “100% humus de lombriz”, el valor de presencia de lombrices vivas no deberá exceder de 2 individuos por cada 10 litros de humus de lombriz, según se especifica en el capítulo de Métodos de Prueba.

En el caso de Humus de lombriz calidad estándar, se aceptará un valor no mayor a 5 individuos por cada 10 litros de humus de lombriz, según se especifica en el capítulo de Métodos de Prueba.

#### 2.2.9. Maduración

La madurez o maduración del Humus de lombriz, es el grado de estabilización orgánica resultante en el producto terminado, mismo que puede verificarse por a) la Taza de Respiración Microbiana (Respiration Assay, Wilson & Dalmat, 1986; Iannotti, et al., 1994; Wu et al., 2000), b) por la temperatura, (Iglesias-Jiménez and Pérez García, 1992), d) por la relación C/N, (idem), entre otros.

Aunque el proceso de lombricompostaje, transforma y estabiliza marcadamente la materia orgánica, el material resultante en las literas, (por su acumulación) puede requerir todavía la presencia de oxígeno del aire para completar su “maduración” y completar así su estabilización a un nivel aceptable para su uso general.

En cada una de las posibles variables a utilizar, es posible establecer valores esperados que deberán ser cumplidos en todos los grados de calidad del producto y en especial para poder obtener la designación de “100% humus de lombriz”.

#### 2.3. Tipos de Humus de Lombriz

A nivel internacional, se comercializan tres calidades de lombricompost, denominados Extra, Primera y segunda; cuyas especificaciones se pueden apreciar en el Tabla 1

**Tabla 1. Calidades de lombricompost**

<b>Atributos</b>	<b>Extra</b>	<b>Primera</b>	<b>Segunda</b>
Materia prima utilizada para su obtención.	Residuos orgánicos domiciliarios, de mercado y todo tipo de vegetales obtenidos en campos de cultivo o silvestres. No admite animales muertos colectados en forma de restos en proceso de descomposición ni heces fecales humanas o de cualquier tipo de animales. Si admite productos cárnicos, lácteos y conservas descalificados en hogares, expendios de comida y mercados.	Igual al Extra. Además: Admite estiércoles de animales de corral o granja, en mezcla no especificada de proporción con los anteriores admitidos.	Admite cualquier tipo de material orgánico excepto: Animales muertos colectados en forma de restos en proceso de descomposición. Heces fecales humanas o de animales que no sean de corral o granja.
Granulometría.	Los grumos del producto terminado, cruzarán libremente por una malla de abertura de 1.5 milímetros con el simple zarandeo mecánico o manual.	Los grumos del producto terminado, cruzarán libremente por una malla de abertura de hasta 5 milímetros con el simple zarandeo mecánico o manual.	Los grumos del producto terminado, cruzarán libremente por una malla de abertura de hasta 25 milímetros con el simple zarandeo mecánico o manual.
Contenido de arena, arcilla y grava.	No admite contenido de arenas, arcillas y gravas pétreas en más del 2 por ciento.	No admite contenido de arenas, arcillas y gravas pétreas en más del 20 por ciento.	Admite contenido de arenas, arcillas y gravas pétreas en cualquier porcentaje y trozos de madera de largos no especificados, así como basuras de todo tipo de materiales.
Contenido de materia prima sin digerir por las lombrices.	Admite hasta un 2 por ciento de materia prima sin digerir por las lombrices.	Admite hasta un 50 por ciento de materia prima sin digerir por las lombrices.	Sin restricción.

Tabla 1... continuación

Contenido de fibras celulósicas.	Admite hasta un 2 por ciento de fibras celulósicas menores a 5 mm que provengan de la materia orgánica usada.	Admite hasta un 50 por ciento de fibras celulósicas no mayores a 20 mm que provengan de la materia orgánica usada	Sin restricción.
Contenido de humedad.	Admite el producto dentro del envase comercial, tener una humedad de 15 %.	Admite el producto dentro del envase comercial, tener una humedad de 25 %.	Admite el producto dentro del envase comercial, tener una humedad de 50 %.
Color.	Debe tener un color café oscuro.	Debe tener un color café oscuro	Debe tener un color café oscuro
Olor.	Debe tener un ligero olor a tierra húmeda de bosque, mezclado con un ligero olor a café tostado.	Debe tener un ligero olor a tierra húmeda de bosque, mezclado con un ligero olor agrio.	Debe tener un ligero olor a tierra húmeda de bosque, mezclado con un fuerte olor agrio.
Contenido de elementos químicos sintéticos.	No debe contener granos antihumectantes o aromatizantes sintéticos químicos, ni colorantes artificiales vegetales o sintéticos químicos.	Puede contener un pequeño porcentaje de granos antihumectantes o aromatizantes sintéticos químicos, y colorantes artificiales vegetales o sintéticos químicos.	Sin restricción.
Masa específica.	La masa específica del producto estará comprendida entre los 620 kilogramos y los 850 kilogramos por cada metro cúbico a volteo y con una humedad del cero por ciento.	La masa específica del producto estará comprendida entre los 400 kilogramos y los 600 kilogramos por cada metro cúbico a volteo y con una humedad del cero por ciento.	La masa específica del producto estará comprendida entre los 100 kilogramos y los 1000 kilogramos por cada metro cúbico a volteo y con una humedad del cero por ciento.

Tabla 1... continuación

<p>Contenido mineral, de nutrientes y biológico benéfico.</p>	<p>El contenido mineral y de nutrientes asimilables por los vegetales fertilizados con el producto, y su contenido biológico benéfico y no benéfico para las tierras que los sustenten, lo establece el Instituto Nacional de Salud Pública o el organismo indicado en la Ley.</p> <p>Se basará en prueba muestral de 1 kilogramo por lote homogéneo de 100 ton. o proporcional. El empaque del producto deberá contener el informe de contenido porcentual.</p>	<p>Podrá estar ubicado por debajo del mínimo y por encima del máximo establecido por el Instituto Nacional de Salud Pública o el organismo indicado.</p> <p>Estará dado por probetas de muestra de un kilogramo por cada lote homogeneizado de 100 ton. o en forma proporcional. En este tipo de calidad, el informar del contenido porcentual será optativo.</p>	<p>Podrá estar ubicado si se le midiese, completamente fuera del mínimo y máximo establecido por el Instituto Nacional de Salud Pública o por el organismo que lo establezca.</p> <p>Estará dado por probetas de muestra de un kilogramo por cada lote homogeneizado de cien toneladas o en forma proporcional. No estará obligado a informar de los contenidos.</p>
---	--	---	--

#### 2.4. Propiedades químicas:

- ❖ Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- ❖ Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- ❖ Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- ❖ Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- ❖ Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

##### 2.4.1. Propiedades físicas:

- ❖ Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- ❖ Mejora la porosidad y, por consiguiente, la permeabilidad y ventilación.
- ❖ Reduce la erosión del terreno.
- ❖ Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- ❖ Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

##### 2.4.2. Biología:

- ❖ El vermicompost es fuente de energía, la cual incentiva a la actividad microbiana.

- ❖ Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

### 2.4.3. Análisis Químico

EL análisis químico del lombricompost, dependerá del material utilizado para la alimentación de las lombrices, además, al ser un producto natural, su composición química no es constante. Los parámetros que se brindan seguidamente son valores más comunes, observados en diferentes tipos de humus de lombriz analizados.

**Tabla 2. Análisis químico del lombricompost**

<b>CONCEPTO</b>	<b>RANGO y/o CANTIDAD</b>
Ácidos húmicos	2,57 – 4 g Eq/100g
Act. quitinasa	100 c/g
Actinomicetos totales	170 000 c/g
Arenas y gravas	Exento
Bacterias aeróbicas	460 000 000 c/g
Bacterias anaeróbicas	450 000 c/g
Boro	57,8 mg/kg
Calcio	2,70% a 8%
Carbono orgánico	14 - 30%
Cobre	0 - 89 mg/kg
Contenido de cenizas	No superior al 2%
Flora bacteriana	Superior a 2 millones de colonias
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2% a 2,5 %
Hierro disponible	0 - 75 mg/dm <sup>3</sup>
Hongos	1 500 c/p
Humedad	Ideal entre 20 y 30%
Levaduras	10 c/g
Magnesio	0,3% a 2,5 %
Manganeso	455 mg/kg
Materia orgánica	65 - 70 %
Materia orgánica sin digerir	No será superior al 2%
Nitrógeno como N <sub>2</sub>	1,5% a 2,2%
pH	Neutro, ubicándose entre 6, y 7,2
Potasio (K <sub>2</sub> O)	1,0% a 1,5%
Razón C/N	11,55
Relación Aer./Anaer	1:1 000
Relación C/N	se ubicará entre 9 y 13
Sodio	0,02%
Zinc	125 mg/kg

El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad de 5 a 6 veces más que con el estiércol común. Sin embargo, los resultados experimentales indican que no es el contenido propio de nutrientes, el factor determinante de las mejoras en las condiciones edáficas y productivas; sino, la combinación de estas, con la materia orgánica y los microorganismos ahí contenidos.

Los experimentos efectuados con lombricompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos.

**Tabla 3. Comparación de producciones obtenidas en distintos cultivos, usando vermicompost y fertilizantes químicos**

ESPECIE VEGETAL	VERMICOMPOST	QUÍMICOS
	Producción (kg /ha)	
Acelga	56	24
Habas	48	32
Judías	42	10
Lentejas	32	50
Espinaca	92	54
Naranja	86	50
Melón	32	5
Pera	28	4

Los experimentos realizados, en pruebas comparativas de fertilidad, con abono químico y lombricompost, después de seis años de experimentación, muestran que en el primer año la producción obtenida con el humus de lombriz se incrementa en un 250% con respecto al rendimiento del cultivo usando fertilización química, para el segundo año la diferencia es del 100%, ya en el tercer año se obtiene un incremento de tan solo el 70%. Igualmente, los periodos productivos se acortan en los distintos cultivos; por ejemplo, se lograron berenjenas en 65 días, tomates en 55 días, y achicorias en 35.

## 2.5. Sugerencias para aplicación de lombricompost

El lombricompost puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre una buena humedad; la óptima esta entre el 20% y el 30%.

El compost de lombriz, como todo abono orgánico, se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular. Por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego.

La cantidad de lombricompost que debe aplicarse al suelo dependerá del tipo de cultivo que se vaya a cultivar; además de que dependerá de las condiciones físicas del suelo, especialmente la textura y la estructura del mismo. Entre más deterioradas se encuentren estas características, mayor será la necesidad de vermicompost, y por lo tanto, más cantidad deberá aplicarse.

El Tabla 4 contiene cantidades recomendadas de vermicompost, según el cultivo.

**Tabla 4. Cantidad de humus de lombriz a aplicar según el cultivo, y según sea para iniciar el suelo, o mantenerlo.**

<b>Cultivo</b>	<b>Inicio</b>	<b>Mantenimiento</b>
Hortalizas	120 g/planta	
Semilleros	5 al 100%	
Floricultura	400 g/m <sup>2</sup>	200 g/m <sup>2</sup>
Frutales	3 kg/árbol	
Árboles	2-3 kg	1 kg
Rosales y leñosas	500 g/1	¿??? kg/ m <sup>2</sup>
Césped	1 kg/m <sup>2</sup>	500 g/m <sup>2</sup>
Plantas de interior	mezcla al 50% con la tierra	4 cucharadas por maceta
Orquídeas	mezcla al 10% con la tierra	1 cucharada por maceta
Macetas de 40 cm	15 cucharadas	
Macetas de 20 cm	8 cucharadas	

Sin olvidar las cantidades sugeridas, para cada tipo de cultivo, contenidas en el Tabla 4, una cantidad estandarizada, de abono orgánico en general, aplicable al humus de lombriz también, que se recomienda utilizar en suelos deteriorados y degradados, es de 10 a 12 toneladas de abono por hectárea, esto es, 120 kilos por cada 10 m<sup>2</sup> o 12 kg por m<sup>2</sup>.

## 2.6. Cantidad de abono orgánico según el sustrato usado

Las cantidades aproximadas que podemos obtener, dependiendo del sustrato utilizado pueden ser:

**Tabla 5. Cantidad de humus de lombriz obtenido según el sustrato usado.**

Cantidad de abono orgánico según el sustrato usado	
Sustrato (una tonelada)	Abono obtenido
Estiércol	Media tonelada
Pulpa de café	200 kilogramos
Cachaza de caña	220 kilogramos
Desecho de mercado	10 kilogramos
<b>Valores máximos en cada caso</b>	

## 2.7. Las compostas

Se ha mencionado, principalmente en la normativa de calidad del lombricompost, que la materia orgánica utilizada debe ser pasteurizada por medio del proceso de formación de compost, o composteo. El composteo para lombricultura, es una forma de fermentación de los desechos orgánicos con el objeto prepararlo para alimentar a las lombrices.

Con el composteo puede hacer el manejo de los desechos orgánicos hasta obtener abono de calidad. Pero, para la lombricultura, la idea es hacer un precomposteo, de manera que el pH y las condiciones generales de la materia orgánica, sean aptas para alimentar lombrices.

En el composteo, el desecho se coloca en capas, con los diferentes desechos disponibles, procurando hacer mezcla de desechos en función de su RCN (relación carbono nitrógeno). Se recomienda usar una capa inicial de desechos con alto contenido de carbono, que sirve como opción de drenaje y base de la composta (hojas secas, aserrín). De ahí en adelante, las capas pueden colocarse en el orden que se desee, no hay diferencia en eso. La altura de la composta no es una limitante, puede hacerse tan alta como sea funcional para su manejo.

La composta se tiene que colocar bien húmeda, para favorecer la fermentación, se deja en reposo 6 días, para iniciar el ciclo de movimientos o rotación, que se puede hacer según la disponibilidad de tiempo, diariamente, cada dos días o según sea la oportunidad que se tiene. El movimiento de la composta tiene como objeto el de airear y hacer que el proceso de descomposición del desecho se haga aeróbicamente, de manera que se mantengan las calidades nutricionales del desecho, y que se incremente la flora microbiana del mismo. Se recomienda que las compostas posean un metro de ancho, separadas 50 cm una de otra, orientadas de norte a sur. Esto es para facilitar el manejo, y para que el sol pueda calentar a toda la composta al rotar la tierra sobre su propio eje.

En el tanto que se le de una adecuada aireación a la composta, así se acelera el tiempo de proceso para convertirse en abono orgánico, lo mismo que la calidad del mismo.

La humedad es importante, por eso, conforme se mueve, y si se observa la necesidad de humedecer, debe hacerse, esto es, si se nota que la composta está seca, entonces se debe agregar agua (regar).

### 2.7.1. Por qué hacer compostas?

- ❖ Para obtener el abono orgánico necesario.
- ❖ Para disponer de los desechos orgánicos que se generan.
- ❖ Para darle manejo adecuado a los desechos orgánicos existentes.
- ❖ Para eliminar la contaminación que generan los desechos orgánicos existentes.
- ❖ Para el manejo adecuado de los desechos urbanos.
- ❖ Para incorporar el abono al suelo y mejorarlo.
- ❖ Para realizar una producción sostenible.
- ❖ Para reciclar los recursos que se poseen.
- ❖ Para mejorar la relación familiar al integrarla en una actividad productiva.
- ❖ Para mejorar la relación comunal al integrarla en proyectos de mejoras del ambiente y de su salud.

### 2.7.2. Proceso de elaboración de la composta

- ❖ Reunir los desechos existentes por separado en el lugar escogido para realizar la composta.
- ❖ Definir la primera capa según lo recomendado anteriormente.
- ❖ Humedecer el material y colocarlo en capa cubriendo toda el área destinado a la composta. Si el material es muy grande, como ramas, zacate, o palos, lo conveniente es picarlo lo más fino posible, esto facilitará el manejo de la composta al momento de voltearla.
- ❖ Proceder de igual manera con el resto de capas hasta terminar la composta, o el material disponible.

La composta debe ubicarse en un sitio donde se tenga una fuente de agua que pueda suplir la necesidad de la composta.

Se debe limpiar el terreno y nivelarlo según el requerimiento, de manera que el trabajo a realizar sea cómodo y efectivo, especialmente se debe planificar el volteo de la composta, y el manejo de los posibles lixiviados.

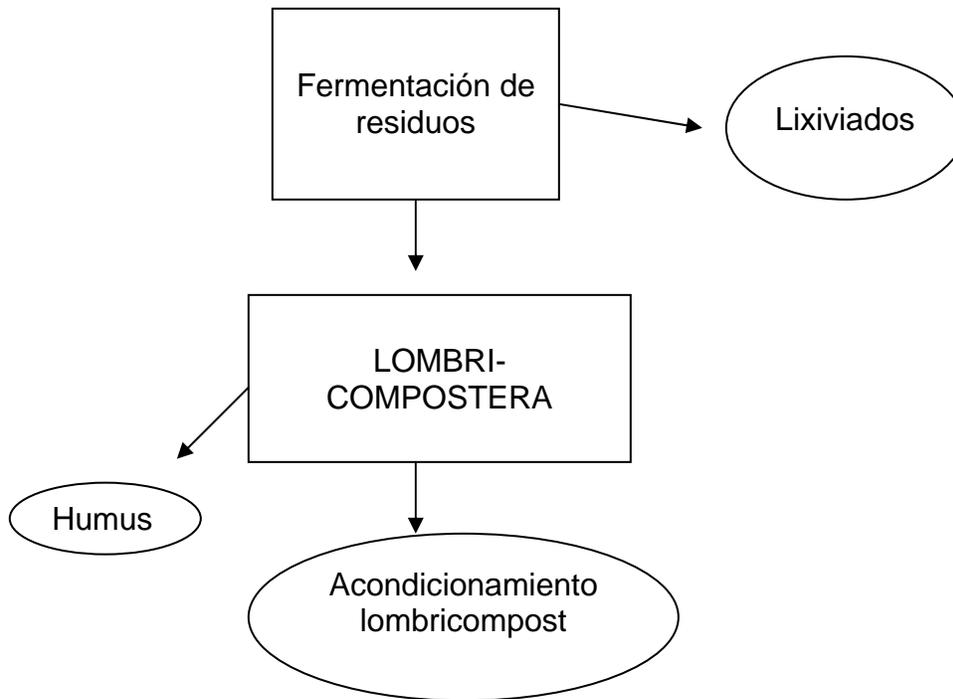
La composta trabaja por fermentación, si es una zona muy lluviosa, se debe prevenir la necesidad de proteger a la composta del exceso de lluvia por medio de un techo, en este caso se recomienda, con afán de abaratar el costo, usar los materiales locales de que se dispongan.

### 3. MATERIALES Y METODOS

La metodología que se presenta a continuación corresponde a la sugerida y empleada en el proyecto desde el inicio del mismo, hasta su conclusión.

#### 3.1. I Etapa: Producción de lombricompost

##### 3.1.1. Organigrama de las unidades de producción de lombricompost



**Figura 1. Organigrama de las unidades de producción de lombricompost.**

#### 3.1.2. Descripción de las unidades:

##### A. Fermentación de residuos

En esta unidad se trataron los residuos orgánicos de cítricos de manera separada, con el propósito de evaluar diferentes métodos que resulten ser eficientes y rápidos para acondicionar el sustrato para la alimentación de las lombrices.

Se implementaron dos sistemas; el depósito de residuos orgánicos a granel (montones) y el de cajones, en el cual se le median diariamente la temperatura,

factor que es determinante en el proceso de fermentación de los residuos y que determina el momento para ser empleado como alimento de lombrices.

Se llevó registro de la cantidad de lixiviados producidos por el residuo orgánico, con el propósito de determinar el mecanismo para su desecho, sin que se constituya en un contaminante.

## **B. Lombricompostera**

La unidad de producción de lombricompost tuvo dos tipos de camas:

### ***B.1 Lombricompostera***

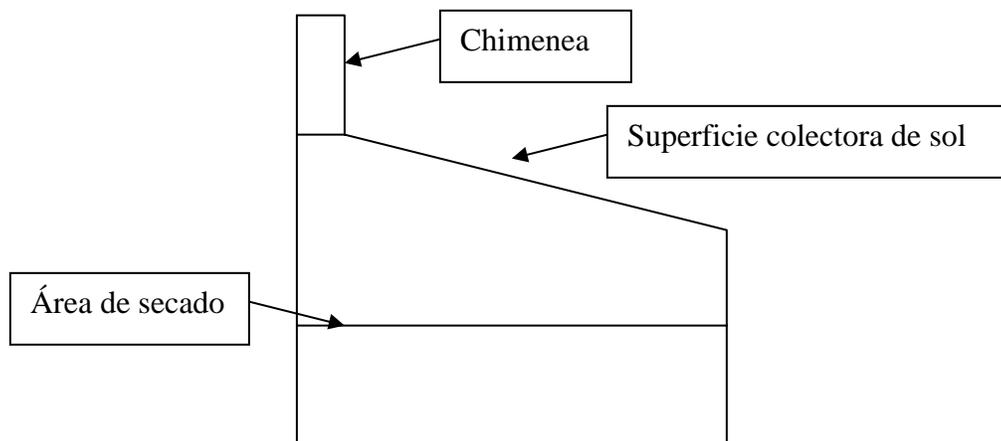
La unidad de bateas de 0,6 metros de ancho por 1,20 metros de largo, profundidad 12,5 cm con un gradiente del 1 por 1000. Cada batea con una capacidad de 0,09 m<sup>3</sup>. Las mismas dispuestas en forma vertical en grupos de cuatro bateas, con una separación de 43 cm, para un total de 16 y cubiertas con sarán negro al 80 %, formando una especie de domo.

La distribución de estas bandejas permite establecer allí mismo el diseño experimental.

### ***B.2 Unidad de acondicionamiento del lombricompost***

En esta unidad, al lombricompost adquiere la humedad mínima de almacenamiento y se extraerán las lombrices que aún se encuentren mezcladas con el lombricompost y se empacará. Para el secado del lombricompost se empleará el sistema de secador solar de plástico.

Esta unidad no se llegó a utilizar por no darse una producción de lombricompost en cantidad suficiente, según se describe en el apartado de resultados.



**Figura 2. Esquema mostrando el secador solar.**

### 3.2. II Etapa: Ensayos de fertilización a nivel de campo

Esta etapa no se realizó, dado que la estabilización de la producción de lombricompost se llevó más tiempo del estipulado en el proyecto original, y porque la producción de lombricompost no fue suficiente para establecer el diseño planteado en el campo.

Dado que no se realiza esta etapa, la evaluación económica propuesta tampoco se ejecutó.

## **4. RESULTADOS.**

Seguidamente se presentan los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

### **4.1. Aspectos Generales**

En esta sección de resultados se describe lo realizado en el proyecto de investigación a la luz de la información consignada en los informes de labores de los investigadores. Esto porque el investigador principal, Ing, Alberto Escoto Montero, se acogió a la jubilación sin presentar el informe final, y tampoco aportó la información recopilada en las etapas desarrolladas del proyecto.

Es importante destacar, que aunque el proyecto no está separado en etapas, evidentemente contiene dos etapas que pueden delimitarse de manera expresa como sigue: etapa técnica; referida a la obtención de la mezcla adecuada de residuos orgánicos, que permitieran la obtención comercial de abono orgánico; etapa económica, referida a la determinación de la rentabilidad, por medio del cálculo de costos de inversión, costos de operación e ingresos operativos.

La etapa técnica estuvo bajo la responsabilidad del coordinador del proyecto, Ing. Alberto Escoto, el cual recopiló toda la información. Durante esta etapa, el Ing. Rodolfo Fallas colaboró con las actividades, especialmente en lo referido a la obtención de la naranja de desecho y su traslado al campo de investigación. Adicional a esto, participó obteniendo, revisando y resumiendo la literatura pertinente; resumen que se presenta en el apartado respectivo de este informe.

La etapa económica estaría a cargo del Ing. Rodolfo Fallas, pero no se llevó a cabo debido a que el proyecto llegó a su final, y no se solicitó prórroga del mismo por la eminente jubilación del investigador principal. Esta etapa correspondería al punto siguiente en el proyecto, dado que se tenía estabilizada la mezcla de materia orgánica, y se tenían las muestras respectivas para hacer los análisis nutricionales del abono, que permitirían iniciar la producción comercial y su aplicación en los cultivos. Los resultados de estas pruebas de fertilidad, responsabilidad del investigador principal, tampoco se tienen a disposición.

Es importante señalar antes de iniciar con la descripción de resultados, que el coordinador del proyecto fue el Ing. Alberto Escoto, por lo que fue el responsable del manejo del presupuesto asignado, por lo que tampoco se cuenta con detalles de esta información.

La información de resultados que se presenta está referida al logro de los objetivos generales y específicos que se plantearon en el proyecto, y comentarios sobre el por qué del logro obtenido.

Igualmente, es importante destacar que tanto el investigador Ing. Rodolfo Fallas, como la Dirección de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa, han realizado esfuerzos importantes para que el Investigador coordinador devuelva los datos antes apuntados, pero todo intento ha resultado infructuoso hasta el momento, por lo que se elabora este informe para finiquitar ante la Escuela y ante la VIE la conclusión de este proyecto.

#### 4.2. Objetivos y su logro

Seguidamente se presentan los objetivos propuestos en el proyecto y su resultado, indicando si se logró o no. En la columna de observaciones se explica en detalle el resultado obtenido. Solo se incluyen los objetivos específicos

Objetivo General	Resultado	Observación
1. Implementar una técnica de producción de tecnología limpia que coadyuve en la reducción de la contaminación del ambiente.	No se tienen datos para verificar el logro de estos objetivos	Estos objetivos corresponden a la etapa técnica indicada en los comentarios generales. Por lo tanto, la información estaba en manos del Coordinador del Proyecto, el cual también tenía estos objetivos a su cargo. La jubilación del coordinador hace que no se tenga esta información a disposición ya que el mismo no la suministró.
2. Procesar dos tipos diferentes de residuos orgánicos vegetales producto del desecho de su procesamiento agroindustrial.		La cáscara de banano inicialmente contemplada tuvo que cambiarse por caballaza dada la imposibilidad de conseguirla. La naranja si se consiguió y se trabajó todo el tiempo usando la mezcla de caballaza y naranja. Como se ha comentado, al final se contaba con una mezcla de materiales que generaba un abono orgánico estable.
3. Obtener un abono orgánico, tipo lombricompost para la producción agrícola en sustitución de los abonos químicos tradicionales.		En el proyecto no se llegó hasta esta fase. Dado que la estabilización de la mezcla de materiales tardó más de lo planeado originalmente.
4. Determinar el efecto sobre la producción agrícola de la aplicación del lombricompost.	No se logró.	Este objetivo está directamente relacionado al objetivo anterior. Por lo que al no hacerse pruebas comerciales, no se puede alcanzar este objetivo.
5. Determinar los costos de inversión y de operación de la producción de lombricompost usando los residuos cáscara de banano maduro y cáscara de naranja.	No se logró.	Igual que sucede con el objetivo anterior, la información requerida para alcanzar este objetivo dependía de la realización de pruebas de producción comerciales, aspecto que no se realizó.
6. Realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas de campo, en la producción de hortalizas con el lombricompost y asesorar en este campo a los investigadores que participen en el proyecto.		

Objetivos Específicos	Resultado	Observación
1. Desarrollar una metodología de procesamiento de residuos agrícolas acorde a las condiciones de un pequeño o mediano productor agrícola.	No se tienen datos para verificar el logro de estos objetivos.	Directamente relacionado con los primeros tres objetivos generales, estos son objetivos específicos que corresponden a la etapa técnica del Proyecto. Dichos objetivos estuvieron a cargo del Coordinador. Como se mencionó anteriormente, la jubilación del Coordinador hace que no se tenga esta información a disposición.
2. Caracterizar cada una de las diferentes etapas por las que el proceso atraviesa.		
3. Cuantificar los contenidos nutricionales de cada uno de los tipos de lombricompost elaborados.		
4. Determinar a nivel de campo, el efecto sobre la producción de tres niveles de abonamiento en tres hortalizas, durante cinco ciclos de abonamiento, con cada uno de los tipos de lombricompost.	No se lograron.	Estos objetivos estaban sujetos a la realización de pruebas de producción en el campo, las cuales dependían de la obtención del abono orgánico en la etapa técnica. Se puede indicar que el abono se logró, pero no así las pruebas de campo. Y como se ha dicho reiteradas veces, la información técnica, que estaba a cargo del Coordinador, no se tiene a disposición para poder incluirla en este informe.
5. Determinar los costos de producción del lombricompost en la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa del ITCR, usando cáscara de banano y cáscara de naranja como sustratos.		
6. Determinar los ingresos que generaría la producción de lombricompost, y la producción de las hortalizas usadas en las pruebas de campo.		
7. Determinar la rentabilidad de las actividades evaluadas, en las condiciones presentes en el Campo de Práctica de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa.		

#### 4.3. Limitaciones y problemas encontrados

Seguidamente se presentan los principales problemas encontrados en el desarrollo del proyecto, además de las limitaciones que se tuvieron en el desarrollo del mismo.

##### 4.3.1. Limitaciones técnicas:

Conseguir los residuos orgánicos que se definieron fue un problema inicial, que retrasó el inicio de las pruebas del proyecto. De hecho, la cáscara de banano no se consiguió en todo el proyecto. La naranja si se obtuvo en la cantidad suficiente. Ante esta situación, se optó por usar caballaza como sustituto de la cáscara de banano.

##### 4.3.2. Limitaciones de tiempo

Lograr estabilizar la mezcla de naranja y caballaza que permitiera la obtención de lombricompost tomó más tiempo del estipulado en el proyecto, siendo hasta el final del período que se logró una producción estable de abono orgánico. Esto no dejó tiempo para realizar las pruebas de campo y de esta manera poder medir estadísticamente los resultados, así como tampoco evaluar económicamente los resultados.

##### 4.3.3. Problemas con el equipo humano de trabajo

El principal problema, para la elaboración de este informe, está en la jubilación del investigador principal. Este, al pensionarse, se llevó toda la información del proyecto, sin contar con respaldos en mi poder, ni en poder de la Escuela.

Los esfuerzos realizados para obtener dicha información, tanto por parte de la Dirección de la Escuela, la propia VIE y por mi persona, han sido infructuosos.

#### 4.4. Resumen final

Como investigador, la experiencia ha sido frustrante y estresante, porque la situación provocada por el coordinador del proyecto (al pensionarse y llevarse la información) no la previne con anticipación.

En un ambiente universitario, de trato con profesionales, es difícil de creer que cosas así sucedan, pero hay que aprender de estas situaciones.

La confianza es sumamente importante, pero debemos hacerla valer por medio de documentos que puedan constatar los acuerdos, los logros, los trabajos realizados en momentos posteriores a lo actuado.

En mi caso personal, quedo con un sabor amargo, porque se que se trabajó, pero difícilmente puede probarse. Se que la mezcla lograda es importante, es viable de realizarse, y es rentable económicamente, pero no tengo a mano ningún dato que pueda usar para reforzar y probar estas afirmaciones (adjunto un cronograma de las actividades específicas realizadas, en el marco del proyecto, durante los semestres que estuvo en vigencia el mismo, ver Apéndice 1).

Solo queda indicar que es importante que la Escuela mantenga la investigación en esta área, y que tanto investigadores, como la misma Escuela, mantengan respaldos de información adecuados para evitar en el futuro experiencias como esta.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Las principales conclusiones son:

- ❖ La jubilación del investigador principal afectó en gran medida el logro de los objetivos trazados.
- ❖ Los tiempos estimados no fueron adecuados para el logro de los objetivos planteados.

### **5.2. Recomendaciones**

Considerando los resultados y las conclusiones, se recomienda lo siguiente:

- ❖ Que la Escuela, por medio del CIGA y sus profesionales, generen nuevos proyectos que permitan continuar investigando en la producción de lombricompost, la reducción de residuos orgánicos como contaminantes y la determinación de los costos y la rentabilidad de estas opciones productivas, para generar información económica y técnica en el campo de la lombricultura y la producción de abono orgánico.

## 6. BIBLIOGRAFIA

### 6.1. Textos consultados

1. Labrador, M.J., 1996. La Materia Orgánica en los Agrosistemas. Mundi-Prensa. Madrid, España. 174 pp.
2. Margalef, R., 1977. Ecología. Segunda Edición. Eds. Omega. Barcelona, España. 951 pp.
3. Martínez Cerdas, Claudia. 1996. Potencial de la lombricultura elementos básicos para su desarrollo. San José, Costa Rica.
4. Hayat Souad y San Millan Antonio. 2004. Finanzas con Excel. Editorial Mc Graw Hill. México.

### 6.2. WEB consultada

<http://acrux.org/ccd/evaluacion.html>  
<http://boards1.melodysoft.com/app?ID=humus&msg=361>  
<http://losverdes-ph.blogcindario.com/2005/08/00021.html>  
<http://wiki.gleducar.org.ar/wiki/Lombricario>  
[http://www.infoagro.go.cr/organico/20.Manejo\\_desechos.htm](http://www.infoagro.go.cr/organico/20.Manejo_desechos.htm)  
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11636.html>  
<http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages/10144.html>  
<http://www.minhobox.com.br/edicoespublicadas.htm>  
<http://www.monografias.com/trabajos14/plantaresiduos/plantaresiduos.shtml>  
<http://www.sanjorgedelpilar.com.ar/lombri.htm>  
<http://www.tranqueraabierta.com.ar/microempresas/lombricultura.htm>  
[www.alop.or.cr/trabajo/nuestro\\_proyectos/union\\_europa/camexca/documento\\_costarica.pdf](http://www.alop.or.cr/trabajo/nuestro_proyectos/union_europa/camexca/documento_costarica.pdf)  
[www.aset.org.ar/congresos/6/archivosPDF/grupoTematico02/023.pdf](http://www.aset.org.ar/congresos/6/archivosPDF/grupoTematico02/023.pdf)  
[www.grupoice.com/esp/ele/manejo\\_cuencas/docs/umc\\_informe\\_perodo\\_07\\_2006.pdf](http://www.grupoice.com/esp/ele/manejo_cuencas/docs/umc_informe_perodo_07_2006.pdf)  
[www.icelec.ice.go.cr/esp/ele/manejo\\_cuencas/docs/art\\_biod.pdf](http://www.icelec.ice.go.cr/esp/ele/manejo_cuencas/docs/art_biod.pdf)  
[www.inta.gov.ar/santiago/actividad/serviciolombricario.htm](http://www.inta.gov.ar/santiago/actividad/serviciolombricario.htm)  
[www.ipiat.org.ve/Proyecto%20granja%20sustentable.doc](http://www.ipiat.org.ve/Proyecto%20granja%20sustentable.doc)  
[www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f08-8080\\_095.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f08-8080_095.pdf)  
[www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f08-8080\\_121.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f08-8080_121.pdf)  
[www.mag.go.cr/regionales/p\\_br\\_03-06.pdf](http://www.mag.go.cr/regionales/p_br_03-06.pdf)  
[www.munidesamp.go.cr/Actas\\_2006/acta328.pdf](http://www.munidesamp.go.cr/Actas_2006/acta328.pdf)  
[www.produs.ucr.ac.cr/04\\_DesechosSolidos.pdf](http://www.produs.ucr.ac.cr/04_DesechosSolidos.pdf)  
[www.sagarpa.gob.mx/Dgg/nmx/humus/forma\\_humus\\_161205.doc](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/nmx/humus/forma_humus_161205.doc)  
[www.vas.ucr.ac.cr/tcu/fichas/388.pdf](http://www.vas.ucr.ac.cr/tcu/fichas/388.pdf)  
[www2.medioambiente.gov.ar/documentos/calidad/seminario\\_residuos/lapampa.PDF](http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/calidad/seminario_residuos/lapampa.PDF)  
[http://209.85.165.104/search?q=cache:i\\_Jt-exf-AYJ:www2.medioambiente.gov.ar/documentos/calidad/seminario\\_residuos/lapampa.PDF+lombricario&hl=es&ct=clnk&cd=32&gl=cr](http://209.85.165.104/search?q=cache:i_Jt-exf-AYJ:www2.medioambiente.gov.ar/documentos/calidad/seminario_residuos/lapampa.PDF+lombricario&hl=es&ct=clnk&cd=32&gl=cr)

**Apéndice 1. Cronograma de acciones realizadas en el proyecto.**

<b>Proyecto de "Reducción de la contaminación ambiental mediante la producción de lombricompost"</b>		
<b>Cronograma de acciones realizadas en el proyecto</b>		
<b>Semestre</b>	<b>Acciones realizadas en el proyecto</b>	<b>Mi participación</b>
I- 2004	Establecimiento de contactos para adquirir residuos. Construcción de secador y camas para pruebas de mezclas.	Revisión de literatura, registro de resultados personales de lombricompost, coordinar traslado de naranja.
II-2004	Iniciaron las pruebas de mezclas con malos resultados, las lombrices morían rápidamente.	Coordiné el traslado de naranja para el proyecto.
I-2005	Se continuó haciendo pruebas de mezclas; hacia el final del semestre, se logró una mezcla que permitió la producción de abono orgánico de manera estable.	Coordiné el traslado de naranja para el proyecto.
II-2005	Se continuó con las pruebas de mezclas lográndose la estandarización de la mezcla identificada como ideal.	Coordiné el traslado de naranja para el proyecto.
I-2006	El coordinador se acoge a pensión y da por concluido el proyecto.	El proyecto es declarado como concluido por el coordinador, el cual se acoge a la pensión sin brindar el informe respectivo. Tampoco aportó la información recopilada. Personalmente intenté recuperar la información y no fue posible. Lo mismo hizo la Dirección de la Escuela y la VIE, sin resultados positivos.

Fuente: Datos del Investigador, informe de labores del investigador Rodolfo Fallas y Alberto Escoto, planes de trabajo del investigador Rodolfo Fallas.